

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**SUPERVISIÓ, CONTROL I SIMULACIÓ D'UN PROCÉS DE
FABRICACIÓ DE CAIXES**



Memòria i Annexos

Autor: Mariona Prado Martínez
Director: Javier Francisco Gámiz Caro
Convocatòria: Octubre 2018

Resum

En el present projecte s'ha desenvolupat l'automatització d'un procés de fabricació de caixes partint de matèria prima, sense tractar. Passant per tot un conjunt de fases com la mecanització, el muntatge, la selecció, l'empaquetament i l'emmagatzematge per a arribar a un producte acabat i llest per a la venda o la distribució. Per a fer el control de tots els elements i processos s'ha fet una programació amb un dispositiu lògic programable (PLC). A més a més s'ha realitzat el disseny de la planta i s'han fet simulacions de tots els sistemes en 3D amb el software **Factory I/O**.

Resumen

En el presente proyecto se ha desarrollado la automatización de un proceso de fabricación de cajas partiendo de materia prima, sin tratar. Pasando por todo un conjunto de fases como la mecanización, el montaje, la selección, el empaquetamiento y el almacenaje para llegar a un productor listo y terminado para la venta y la distribución. Para hacer el control de todos los elementos y procesos se ha diseñado e implementado una programación con un dispositivo lógico programable (PLC). Además se ha realizado el diseño de la planta y se han hecho simulaciones de todos los sistemas en 3D con el software **Factory I/O**.

Abstract

This project develops an Automation of a boxes production based in the raw material. It goes through different phases, like machining, assembly, selection, packaging and storage, to reach a product ready to be commercially available or distribute it. For all the elements control and its phases it has been done a programming by a programmable logic device (PLC). In addition, it has been done the plant's design and all the systems have been simulated in 3D with the **Factory I/O** software.



Agraïments

Vull agrair a tota la meva família el suport que m'han donat en el transcurs del desenvolupament d'aquest treball.

I sobretot, al Victor. M'ha ajudat des del primer dia i sense ell, no ho hagués aconseguit.

Gràcies.





Índex

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRAÏMENTS	V
LLISTAT DE FIGURES	1
1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Objectius del treball.....	6
1.2. Abast del treball.....	6
2. ANÀLISI DEL PROBLEMA	7
2.1. Descripció del procés a automatitzar.....	7
2.2. Sistema de control.....	7
2.2.1. Equips.....	8
2.3. Requeriments funcionals i de disseny.....	17
2.4. Metodologia de desenvolupament.....	18
2.5. Planificació de les tasques.....	19
3. DISSENY I IMPLEMENTACIÓ DE LA SOLUCIÓ	21
3.1. Arquitectura del Sistema de control	21
3.1.1. Software del sistema	21
3.1.2. Comunicacions.....	21
3.1.3. Intercanvi de dades entre PLC i <i>Factory I/O</i>	22
3.2. Descomposició del problema de control.....	24
3.3. Codificació dels elements i sistemes	24
3.4. Disseny del sistema.....	25
3.4.1. Z1: Mecanitzat.....	25
3.4.2. Z2: Muntatge, selecció i empaquetament.	27
3.4.3. Z3: Paletitzadora	28
3.4.4. Mode manual	30
3.5. Programa del controlador.....	30
3.5.1. Seccions del programa	30
3.5.2. Blocs de funcions	38

4. PROBES I RESULTATS	63
4.1. Probes.....	63
4.2. Resultats.....	64
5. NORMATIVA	66
5.1. Normativa general.....	66
5.2. Normativa d'autòmats programables.....	66
5.3. Normativa d'energies renovables i eficiència energètica	66
5.4. Normativa de seguretat.....	66
6. ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	67
CONCLUSIONS	69
MEMÒRIA ECONÒMICA	71
BIBLIOGRAFIA	72
ANNEX A	73
A1. Programa del PLC	73
ANNEX B	92
B.2 Taula de codificació dels senyals de la zona 2	95
B.3 Taula de codificació dels senyals de la zona 3	102



Llistat de Figures

Figura 2.1 – Entrada de material del programa <i>Factory I/O</i>	8
Figura 2.2- Sistemes visuals del programa <i>Factory I/O</i>	9
Figura 2.3- Exemple de polsadors i botoneres del programa <i>Factory I/O</i>	9
Figura 2.4- Cinta transportadora del programa <i>Factory I/O</i>	10
Figura 2.5- Rodells transportadors del programa <i>Factory I/O</i>	10
Figura 2.6- Sensor fotoelèctric del programa <i>Factory I/O</i>	11
Figura 2.7- Sensor capacitiu del programa <i>Factory I/O</i>	12
Figura 2.8- Sensor de reflexió del programa <i>Factory I/O</i>	12
Figura 2.8- Sensor de visió del programa <i>Factory I/O</i>	13
Figura 2.9- Separador del programa <i>Factory I/O</i>	13
Figura 2.10- Estació CNC robotitzada del programa <i>Factory I/O</i>	14
Figura 2.11- Posicionador del programa <i>Factory I/O</i>	15
Figura 2.12- “Pick and Place” del programa <i>Factory I/O</i>	15
Figura 2.13- Paletitzadora del programa <i>Factory I/O</i>	16
Figura 2.14- Sortida de material del programa <i>Factory I/O</i>	16
Figura 2.15- Diagrama de Gantt del projecte.	19
Figura 3.1- Simulació del PLC virtual des del <i>Factory I/O</i>	22
Figura 3.2- Configuració de la IP del programa <i>Factory I/O</i>	22
Figura 3.3- Configuració de la memòria del PLC virtual del programa <i>Unity Pro XL</i>	23
Figura 3.4- Configuració de la memòria del PLC virtual del programa <i>Factory I/O</i>	23
Figura 3.5- Exemple de material pur del programa <i>Factory I/O</i>	25

Figura 3.6- Esquema de la zona 1.	26
Figura 3.7- Esquema de la zona 2.	28
Figura 3.8- Esquema de la zona 2.	29
Figura 3.9- Seccions del programa del PLC.	30
Figura 3.10- Exemple de definició d'entrades del PLC.	31
Figura 3.11- Exemple de l'adjudicació de les entrades al PLC virtual del <i>Factory I/O</i>	32
Figura 3.12- Exemple de la crida de la funció cinta.	33
Figura 3.13- Exemple de la crida de la funció posicionador.	34
Figura 3.14- Exemple de la crida de la funció "Pick and Place".	35
Figura 3.15- Exemple de la crida de la funció separador.	35
Figura 3.16- Exemple de la crida de la funció paletitzador.	37
Figura 3.17- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció cinta.	40
Figura 3.18- Diagrama de decisió del funcionament de l'estació CNC robotitzada.	41
Figura 3.19- (Esq.) Posicionador en estat de repòs. (Drt.) Posicionador actiu.	42
Figura 3.20- Posicionador elevat.	43
Figura 3.21- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció posicionador.	45
Figura 3.22- (Esq. Superior) Actuador moviment vertical activat. (Drt. Superior) Actuador moviment vertical desactivat i peça agafada. (Esq. Inferior) Moviment horitzontal activat. (Drt. Inferior) Moviments vertical i horitzontals activats.	47
Figura 3.23- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció "Pick and Place".	49
Figura 3.24- (Esq.) Separador desactivat. (Drt.) Separador activat.	50
Figura 3.25- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció separador.	52
Figura 3.26- (Esq.) Gir desactivat. (Drt.) Gir activat.	53
Figura 3.27- Actuador de fila de la paletitzadora.	54

Figura 3.28- Caixes preparades per a dipositar al palet.	54
Figura 3.29- Actuador de posicionar caixes a sobre el palet.....	55
Figura 3.30- Comporta inferior o plat de la paletitzadora.....	55
Figura 3.31- Segon conjunt de caixes posicionades horitzontalment.	56
Figura 3.32- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 1.....	57
Figura 3.32- Entrada del palet a l'elevador de la paletitzadora.....	58
Figura 3.33- (Esq. Superior) Palet posionat per fer la primera recollida de caixes. (Drt. Superior) Moviment cap a baix de l'elevador. (Esq. Inferior) Moviment cap a baix del palet complet. (Drt. Inferior) Sortida del palet complet.	59
Figura 3.34- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 2.....	60
Figura 3.35- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 3.....	62

1. Introducció

En el àmbit de la mecànica, s'ha desenvolupat molt el format 3D per a el disseny de les màquines, ja que és una eina que permet una visió de conjunt i facilita a l'enginyer el desenvolupament de les mateixes. Fins ara cada peça es dibuixava en 2D, amb les seves respectives vistes, forats, xamfrans o mètrics. Posteriorment es dibuixava un plànol del conjunt amb 2D, buscant el màxim de vistes per a poder visualitzar interferències, relacions de posició, etc. Tot i així fins que no es muntava no es podien concebre totes les interferències, les dimensions totals o el volum, ja que és impossible dibuixar totes les vistes necessàries en 2D. Això feia que en el muntatge d'una màquina s'haguessin de retocar peces, fer-ne de noves o canviar l'estructura per tal de que la màquina funcionés correctament.

En resum, el món de la mecànica ha donat un gir amb aquesta eina, ja que, actualment les peces són construïdes i ensamblades en conjunt amb 3D, aconseguint un millor rendiment en el procés de disseny i també en el de muntatge.

En canvi, en l'àmbit de l'automatització és una eina poc utilitzada. Si es pot simular un rodell amb una forma concreta, amb un material amb una densitat concreta i un volum concret, es podria dimensionar molt fàcilment quin motor caldria posar i consegüentment amb què controlar el motor. Un exemple així de simple podria facilitar la vida de molts enginyers. A més a més, amb un programa de simulació 3D es poden anticipar molts errors de programació que, fins que no es posa en marxa la màquina, no es veuen. Cada part del programa pot ser testejada abans d'incorporar-ho a la màquina real fent probes per tal de detectar errors que poden ser des de insignificants fins a irreparables.

Ara per ara ja s'han desenvolupat alguns softwares que permeten la simulació 3D d'automatismes, però encara falta camí per a poder fer un disseny mecànic juntament amb un d'automàtic en una mateixa plataforma. Això té bastants inconvenients ja que cada màquina té les seves característiques i poques a vegades n'hi hauran dos d'iguals. Simular una màquina exacte és molt difícil i les característiques mecàniques faran que l'automatització s'hagi d'adaptar a aquestes. Per exemple, si una guia té una llargada determinada, en una segona màquina aquesta guia pot ser que sigui un pèl més curta i això faci que el final de carrera no estigui ben ubicat. Això pot fer que l'enginyer que ho hagi automatitzat, estigui una estona intentant trobar l'error en la posta en marxa de l'equip i que es retardi tot el procés.

1.1. Objectius del treball

Aquest treball té com a objectiu principal fer una automatització d'un procés de fabricació de caixes amb, una eina poc utilitzada en l'àmbit de l'automatització, la simulació amb 3D.

L'automatització té com a objectius:

- Mecanitzar peces en forma de tapes i bases partint de matèria prima de dos colors diferents.
- Muntar les caixes amb una tapa i una base.
- Separar les caixes per colors.
- Posar les caixes en grups de tres en caixes d'empaquetament.
- Emmagatzemar les caixes d'empaquetament en palets per a la seva distribució.

La simulació té com a objectius :

- Entendre el sistema.
- Visualitzar el procés.
- Trobar errors de programació.
- Fixar un flux de treball.
- Preveure l'optimització del sistema.

En resum, el projecte té coma objectiu el desenvolupament d'un sistema industrial real on intervenen processos complexos que permeten, a partir de material sense tractar, arribar a un producte final.

1.2. Abast del treball

En aquest projecte es troba l'automatització d'un procés de caixes. La programació d'un PLC industrial per que el procés treballi de forma manual o automàtica.

També s'ha realitzat el disseny de la planta amb els elements que permet el software utilitzat per a la simulació. Això ha comportat que el sistema tingui certes limitacions. Hi ha processos que no s'han pogut realitzar ja que el simulador no contenia suficients útils. Aquest fenomen s'explica posteriorment.

Aquest treball és purament teòric i no s'ha implementat en cap procés real.

2. Anàlisi del problema

Per la fabricació de les caixes es passa per tres processos separats. Per a cada procés és necessària una automatització per tal de crear un augment de la producció i un estalvi de temps i de diners. A cada estació del procés intervenen diferents elements que s'han de controlar per tal de que sigui el més autònom possible.

En els següents apartats es descriu cada una de les estacions i també, cada un dels elements que intervindran en el procés.

2.1. Descripció del procés a automatitzar

Per la fabricació d'aquestes caixes es parteix d'una matèria prima que consisteix en blocs de dos colors diferents, blau i verd.

Amb aquesta matèria prima s'ha de mecanitzar unes peces amb forma de tapa i unes altres amb forma de base. Després s'han d'encaixar i finalment empaquetar. El producte final dependrà de el que desitgi el client, així que hi haurà d'haver la possibilitat de detectar i separar les diferents caixes en:

- Tapa i base verdes.
- Tapa i base blaves.
- Tapa verda i base blava.
- Tapa blava i base verda.

Finalment, aquests paquets es paletitzaran per tal d'emmagatzemar-los per a la distribució.

2.2. Sistema de control

L'automatització de la planta s'ha fet amb un programa de PLC. S'ha utilitzat el software de la marca de **Schneider Electric**. Aquest software permet programar amb cinc llenguatges diferent del IEC61131-3: Diagrama de blocs de funcions (FBD), llenguatge de diagrama Ladder (LD), llenguatge de seqüència (SFC), llistat d'instruccions (IL) i text estructurat (ST).

El control de la planta es faria des d'una HMI (Interfície Home-Màquina).

(Aquest projecte no inclou el desenvolupament d'aquesta interfície).

Com que en aquest projecte no s'ha desenvolupat aquesta interfície, s'han col·locat a cada procés botoneres per accionar els elements, també s'han disposat alarmes visuals i panells informatius. Permetent a l'operari interactuar amb la planta de forma tant manual com automàtica des de la mateixa planta.

Seguidament es farà una breu explicació dels equips que formen el procés.

2.2.1. Equips

Cada estació de la fabrica utilitza diferents elements per a desenvolupar l'objectiu. Hi ha actuadors, sensors, estacions completes, maquinaria, etc. En aquest apartat s'explica el funcionament i les característiques principals de cada equip.

- Entrada de material

Per simular una entrada de material per a processar (que podria ser, una cinta transportadora, un camió, un elevador, una persona,...) el software de simulació té una sortida de material on es pot configurar el tipus de material que emet. Es pot triar la freqüència d'emissió d'objectes i de quin tipus.

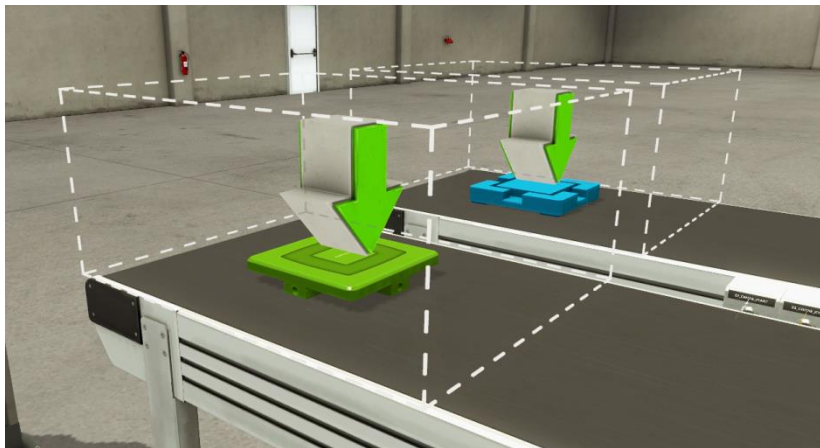


Figura 2.1 – Entrada de material del programa *Factory I/O*.

- Polsadors, botoneres i equips de visualització.

Hi ha polsadors per a manipular els elements de forma manual. N'hi ha de normalment tancats i de normalment oberts per encendre, apagar i fer un "reset" del sistema. També hi ha polsadors d'enclavament per a fer parades d'emergència.

Per altre banda hi ha elements de visualització, com el semàfor d'estat o una llum d'emergència.



Figura 2.2- Sistemes visuals del programa Factory I/O.



Figura 2.3- Exemple de pulsadors i botoneres del programa Factory I/O.

- Cinta transportadora
És un element de transport elemental en l'indústria que permet moure material d'un punt a un altre. Hi ha tres tipus de cintes amb diferents mides.
És pot manipular de dues formes diferents, analògicament o digitalment. Si es fa analògicament se li ha d'enviar un valor de -10 a 10 i es mourà en les dues direccions (avanç i retrocés) fent variar la velocitat.
Si es fa digitalment només es podrà fer anar endavant i endarrere amb una velocitat constant.



Figura 2.4- Cinta transportadora del programa *Factory I/O*.

- Transportadora amb rodells

Aquest element és molt semblant a la cinta transportadora, però el transport del material no es fa amb una cinta sinó amb rodells. És accionat per un motor i amb un sistema de corretges i politges, i els rodells es mouen alhora. Normalment s'utilitzen per transportar objectes de grans dimensions i pes.

Es pot manipular de dues formes diferents, analògicament o digitalment. Si es fa analògicament se li ha d'enviar un valor de -10 a 10 i es mourà en les dues direccions (avanç i retrocés) fent variar la velocitat.

Si es fa digitalment només es podrà fer anar endavant i endarrere amb una velocitat constant.



Figura 2.5- Rodells transportadors del programa *Factory I/O*.

- Sensor fotoelèctric retro reflector

És un dispositiu que permet detectar qualsevol sòlid si està a la seva línia de detecció. Aquest dispositiu electrònic respon a un canvi d'intensitat de la llum i incorpora un emissor i receptor i un element reflector. L'emissor genera un feix de llum i el reflector retorna aquesta llum a l'emissor que alhora és el receptor. Per tant hi ha dos elements. Té molts avantatges: permet una distància llarga de detecció, temps de resposta curt, només té un element cablejat, etc. Però també té inconvenients, com el manteniment. Aquests dispositius solen estar en ambients perjudicials i com a conseqüència poden embrutar-se i poden fallar. També té una instal·lació una mica complicada ja que el reflector ha d'estar perfectament posicionat per a que l'angle de la llum que retorna sigui el just per arribar al receptor.

Aquest dispositiu té només un senyal de sortida, que indica detecció d'objecte.

Solen ser normalment tancats i quan hi ha detecció es posen a zero.

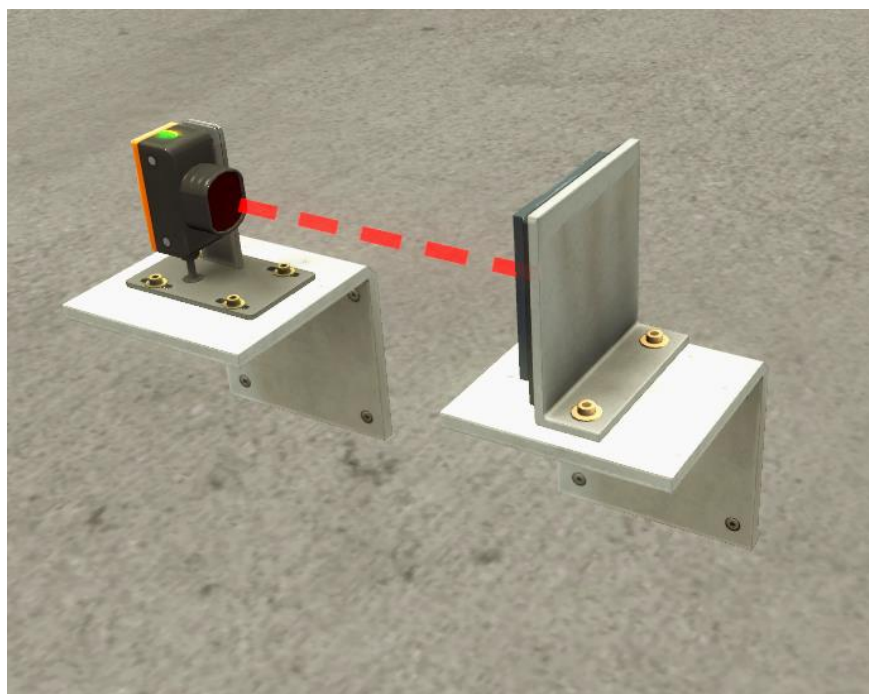


Figura 2.6- Sensor fotoelèctric del programa *Factory I/O*.

- Sensor capacitiu

És un sensor de materials metàl·lics i no metàl·lics. Aquests porten un condensador que genera un camp elèctric i forma part d'un circuit de ressonància. Quan un objecte passa per

el seu camp de detecció la capacitat del condensador augmenta i el circuit entra en ressonància.

Té una sortida digital normalment oberta.

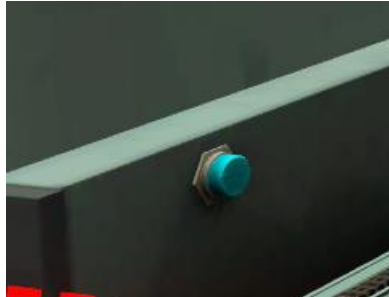


Figura 2.7- Sensor capacitiu del programa *Factory I/O*.

- Sensor de Reflexió

Es tracta d'un altre tipus de sensor fotoelèctric. En aquest cas el dispositiu utilitza la reflexió per difusió. El sensor emet un feix de llum infraroja que es perd en el espai. En el moment que un objecte travessa aquest feix, la superfície de l'objecte crea una reflexió difusa de la llum que, part d'aquesta incideix sobre el sensor i canvia la senyal de sortida de la fotocèl·lula.

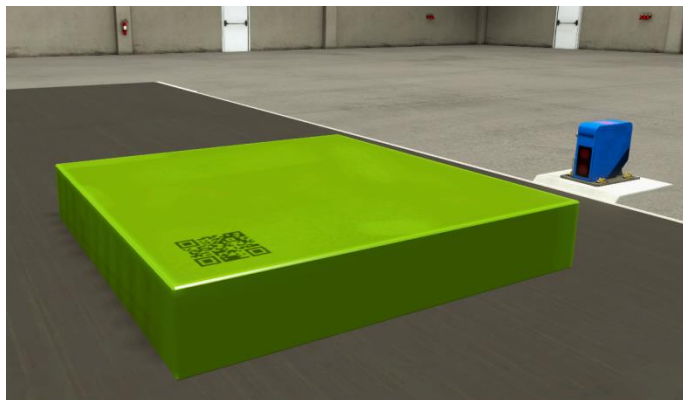


Figura 2.8- Sensor de reflexió del programa *Factory I/O*.

- Sensor de visió

Aquests dispositius utilitzen imatges capturades per a detectar posicions, colors i formes de les peces. Són molt utilitzats per a sistemes d'inspecció. En aquest cas, serveixen per a distingir tapes i bases de color blau i verd. Estan configurats per a donar una sortida numèrica per a cada tipus d'objecte detectat.

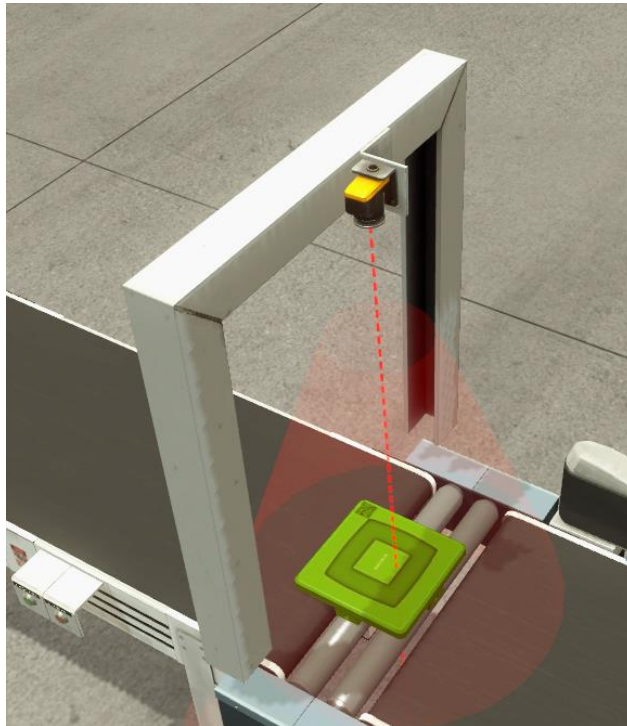


Figura 2.8- Sensor de visió del programa *Factory I/O*.

- Separador

És un braç que canvia la seva posició amb un senyal. És capaç de fer un moviment de 45° i arriba a una velocitat de 2 m/s. Es col·loca sobre una cinta transportadora i permet canviar la direcció de l'element que circula sobre aquesta. Esta accionat per un motor.

Aquest dispositiu també porta una petita cinta per a impulsar els objectes cap a la direcció desitjada. Pot girar en el sentit de les agulles del rellotge o a l'inrevés.

Té tres senyals d'entrada, un senyal de moviment del braç a 45°, un senyal d'activació de cinta en sentit de gir positiu i un de sentit de gir de cinta negatiu.



Figura 2.9- Separador del programa *Factory I/O*.

- Centre de mecanitzat

Aquesta estació té l'objectiu de mecanitzar les tapes i bases de les caixes. Primer de tot, un robot manipula el material d'entrada (normalment arriba amb una cinta transportadora) i l'aboca a una estació amb màquina CNC (control numèric per computadora). Aquesta, de forma automatitzada, tanca la porta principal i mecanitza la peça. Cada mecanitzat té un temps de fabricació diferent. Quan acaba el procés la màquina obra la porta i el robot hi accedeix per a recuperar la peça ja mecanitzada i col·locar-la a un compartiment de sortida.



Figura 2.10- Estació CNC robotitzada del programa *Factory I/O*.

Aquesta estació porta incorporada una botonera que permet iniciar l'estació, parar-la i reiniciar-la en cas d'error. També porta unes llums en forma de pila o semàfor per visualitzar l'estat de l'estació. La llum verda indica que no està ocupat, la llum groga que està ocupat, és a dir, està manipulant una peça, i la llum vermella que indica error.

- Posicionador

És un actuador que situa una peça que, normalment, és transportada per una cinta i pot arribar desplaçada, en una posició favorable per al següent procés. Té dos eixos de moviment. Un braç que situa la peça a l'ample de la cinta i tot el cos que puja per a deixar passar la peça situada.

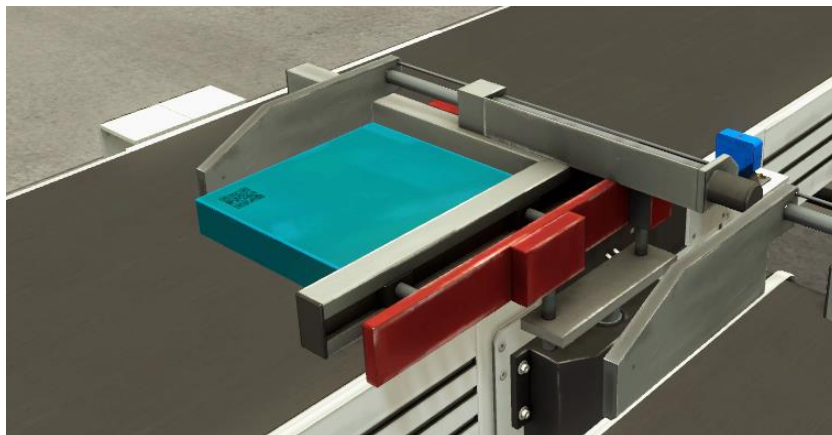


Figura 2.11- Posicionador del programa *Factory I/O*.

- “Pick and Place”

És un element capaç d’agafar una tapa i encaixar-la amb la base per a crear una caixa. Té dos eixos de moviment. Treballa més elevat que la resta de components. Té un braç que baixa fins a la peça, i amb l’actuador del final del braç és capaç d’agafar-la. Posteriorment s’ha de fer pujar un altre cop el braç per a no tenir obstacles en el moviment i portar la peça fins on hi ha la base preparada per a fer l’encaix.

Es manipula amb senyals digitals i és capaç de retornar un senyal d’estat de cada moviment.

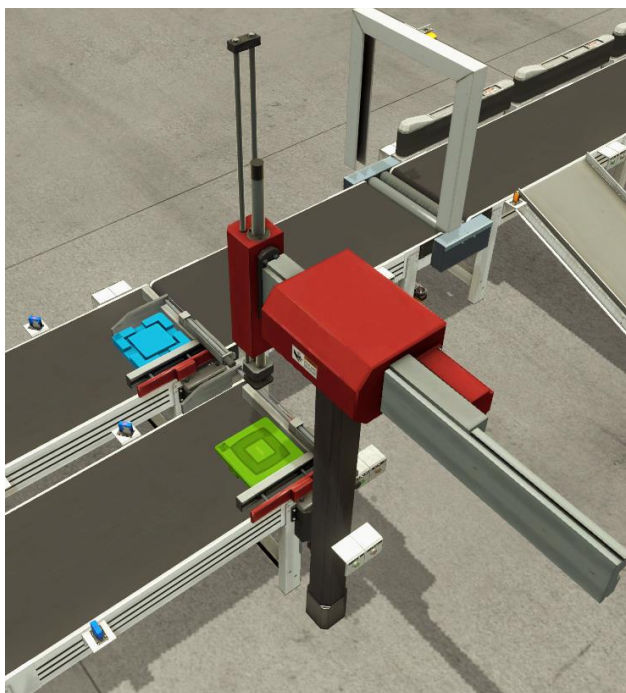


Figura 2.12- “Pick and Place” del programa *Factory I/O*.

- Paletitzadora

Aquest element és capaç d'ubicar caixes en un palet per tal d'emmagatzemar-les. Té incorporat una cinta transportadora per on entren les caixes. Té un actuator que situa les caixes sobre un plat que s'obre i cauen a un palet que ha sigut ubicat a partir d'un elevador que puja i baixa i té uns petits rodells que empenyen el palet per a que entri o surti de la paletitzadora.

També té uns sensors incorporats per a detectar el material.

Es manipula amb senyals digitals i és capaç de retornar un senyal d'estat de cada moviment



Figura 2.13- Paletitzadora del programa *Factory I/O*.

- Sortida de material

Igual que l'entrada de material, aquest dispositiu permet la simulació de sortida de material. Pot servir tant d'acabament de procés com de simulació de material de sortida d'una estació que entra en una altre.

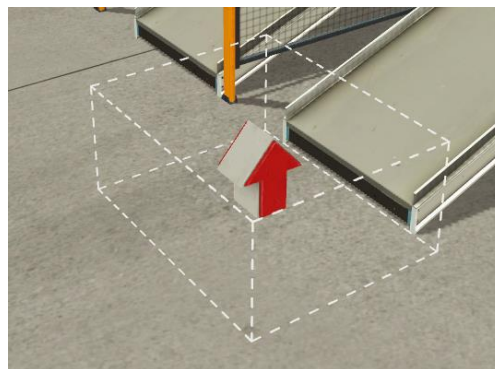


Figura 2.14- Sortida de material del programa *Factory I/O*.

A més a més hi ha un conjunt d'elements purament mecànics que ajuden a dissenyar els processos. Per exemple hi ha pales inclinades per a fer baixar els objectes, elevadors de terra, escales i barres de seguretat.

L'entrada i la sortida de material permeten separar les estacions de la planta per a fragmentar el sistema ja que és un software que fa baixar molt el rendiment de l'ordinador quan es manipula i és impossible fer funcionar tota la planta en una mateixa escena. S'ha dividit d'aquesta manera el procés per optimitzar el desenvolupament del projecte.

2.3. Requeriments funcionals i de disseny

Requeriments generals de la planta (RQG):

- RQG.1: Optimització del temps de fabricació de les caixes.
- RQG.2: Automatització total de la planta.
- RQG.3: Senyals lluminoses d'estat a totes les estacions.
- RQG.4: Funció manual a cada estació.
- RQG.5: Quan el procés estigui en mode automàtic, tots els elements ho estaran.

Requeriments de la zona de mecanitzat:

RQZ1:

- RQZ1.1: L'entrada de material sempre serà aleatòria.
- RQZ1.2: El transport del material estarà optimitzat

Requeriments de la zona de muntatge, selecció i empaquetament:

RGZ2:

- RQZ2.1: S'han de separar les caixes per tipus.
- RQZ2.2: S'han d'empaquetar de tres en tres.

Requeriments de la zona d'emmagatzematge:

RQZ3:



- RQZ3.1: A cada palet s'ubicaran un mínim de 12 caixes.
- RQZ3.2: A cada fila de caixes s'haurà de canviar la posició de les caixes.

2.4. Metodologia de desenvolupament

En aquest projecte s'ha utilitzat el mètode cascada per a la seva realització. Aquest mètode consisteix en seguir rigorosament unes etapes preestablertes. Tal com indica la paraula cascada, les diferents tasques es van realitzant sempre que s'hagi acabat l'anterior. Com una cascada que fa caure les diferents fases.

Aquesta metodologia incorpora una revisió final de cada etapa. Si la revisió ha sigut satisfactòria es pot començar amb la següent tasca.

Hi ha moltes maneres i formes d'organitzar la feina en forma de cascada. En el cas del present treball s'ha optat per:

1. Anàlisi del problema i requisits.
2. Recopilació d'informació.
3. Disseny del sistema.
4. Codificació.
5. Disseny del programa.
6. Probes i verificació

En el primer punt s'han analitzat les necessitats i les especificacions. Aquest primer punt és fonamental ja que si no es fa bé des d'un principi els següents punts seran tots erronis. Si no es parametriza bé el problema, pot sorgir qualsevol inconvenient i desfaria tot els processos anteriors. El segon punt serveix per a assolir totes les nocions necessàries per a realitzar projecte. Poques vegades s'haurà de desenvolupar un projecte del qual no serà necessari aquest punt.

El tercer punt serveix per a dividir i organitzar el problema en parts més petites que es puguin desenvolupar per separat. Aquest punt conté la descripció de l'estructura i funcions globals del sistema i les especificacions que ha de tenir cada una de les parts. També es té en compte la relació entre totes les parts dividides.

El quart punt és per estructurar el cinquè punt. És a dir, una codificació en aquest punt permet estructurar el sistema de programació i la manera de desenvolupar el projecte. Després de estructurar i dissenyar el sistema és fàcil codificar-lo.

En disseny del programa és on es realitza la programació de les estacions i processos de manera que ja s'ha definit en els punts anteriors. En aquest punt ja es té una visió clara, global i enfocada de totes les parts. Això fa que el desenvolupament de la programació sigui fluïda i constant.

En l'últim punt és fan proves del sistema per comprovar el seu bon funcionament i detectar possibles errors. És una de les etapes més crítiques ja que poden destapar errors greus i que impliquin un treball força elevat. Si es segueixen bé les etapes anteriors el risc de equivocar-se es redueix bastant. També una bona estructura permet solucionar problemes fàcilment.

Aquest mètode és senzill i eficaç tot i que és poc flexible. Moltes vegades el mateix projecte no permet seguir una seqüència lineal, però és efectiu.

2.5. Planificació de les tasques

Les tasques s'han dividit en quatre de principals: Anàlisi del problema, disseny, implementació i documentació. Cada tasca principal comporta moltes altres però s'han resumit com es pot observar en el següent Diagrama de Gantt.

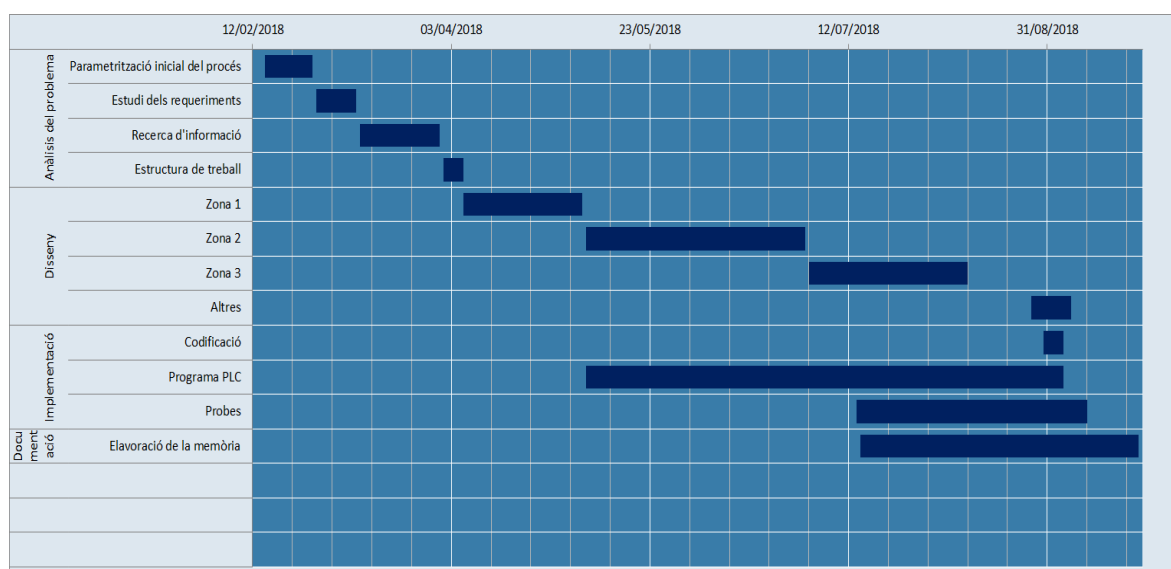


Figura 2.15- Diagrama de Gantt del projecte.

3. Disseny i implementació de la solució

En aquest apartat es troba el desenvolupament de la solució escollida. S'explica detalladament el procés automatitzat i el control de totes les parts.

3.1. Arquitectura del Sistema de control

Aquest treball és merament programació i simulació, és a dir, no utilitza un hardware específic i per tant en aquest apartat només es trobarà descrit el software amb el que s'ha desenvolupat.

3.1.1. Software del sistema

Per a la realització d'aquest projecte s'han utilitzat dos recursos de software diferents.

3.1.1.1. Factory I/O

Primerament, el programa de simulació **Factory I/O**. Aquest software permet a l'usuari crear estacions i processos partint de blocs funcionals simulats. Té l'objectiu de que l'usuari creï una fàbrica virtual utilitzant peces industrials molt comunes.

Hi ha l'opció d'utilitzar escenes predeterminades o crear-ne de noves. En aquest projecte s'han creat totes les escenes des de zero.

3.1.1.2. Unity Pro XL

Per controlar i automatitzar el disseny creat amb **Factory I/O**, s'ha utilitzat un PLC virtual. El software **Unity Pro XL** de **Schneider** permet crear un PLC virtual amb les característiques desitjades.

3.1.2. Comunicacions

Per a la comunicació entre el PLC i la fàbrica virtual s'ha utilitzat el protocol Modbus TCP/IP amb una estructura de servidor i client. On el PLC és el servidor. És a dir, és el que proporciona i rep les dades del procés i com a client és el **Factory I/O**. Que és l'encarregat de rebre i mostrar les accions.

El PLC té configurada la direcció IP 127.0.0.1

Server: 127.0.0.1:502 Slave ID:1			
Z2_DIF1_J	Coil 1000	Input 200	Z2_CINTA8_O
Z2_DIF2_J	Coil 1001	Input 201	Z2_CINTA9_O
Z2_DIF3_J	Coil 1002	Input 202	Z2_CINTA11_O
Z2_FOTO8_J	Coil 1003	Input 203	Z2_POSICIONADOR1_X_O
Z2_POSICIONADOR1_EX_J	Coil 1004	Input 204	Z2_POSICIONADOR1_Z_O
Z2_POSICIONADOR1_EZ_J	Coil 1005	Input 205	Z2_POSICIONADOR2_X_O
Z2_POSICIONADOR2_EX_J	Coil 1006	Input 206	Z2_POSICIONADOR2_Z_O
Z2_POSICIONADOR2_EZ_J	Coil 1007	Input 207	Z2_PP1_X_O
Z2_PP1_EX_J	Coil 1008	Input 208	Z2_PP1_Z_O
Z2_PP1_EZ_J	Coil 1009	Input 209	Z2_PP1_GRIP_O
Z2_PP1_EGRIP_J	Coil 1010	Input 210	Z2_SEPARADOR1_O
Z2_DIF4_J	Coil 1011	Input 211	Z2_SEPARADOR1_CINTA_O
Z2_DIF5_J	Coil 1012	Input 212	Z2_SEPARADOR2_O
	Coil 1013	Input 213	Z2_SEPARADOR2_CINTA_O
Z2_CINTA10_START	Coil 1014	Input 214	Z2_SEPARADOR3_O
Z2_CINTA10_STOP	Coil 1015	Input 215	Z2_SEPARADOR3_CINTA_O
Z2_CINTA11_START	Coil 1016	Input 216	Z2_SEPARADOR4_O
Z2_CINTA11_STOP	Coil 1017	Input 217	Z2_SEPARADOR4_CINTA_O
Z2_SEPARADOR1_START	Coil 1018	Input 218	Z2_CINTA10_O
Z2_SEPARADOR1_STOP	Coil 1019	Input 219	Z2_E_ON
Z2_SEPARADOR2_START	Coil 1020	Input 220	Z2_E_OFF
Z2_SEPARADOR2_STOP	Coil 1021	Input 221	Z2_E_ERROR

Figura 3.1- Simulació del PLC virtual des del *Factory I/O*.

Server

☐ Auto connect

Host

127.0.0.1

Port

502

Slave ID

1

Figura 3.2- Configuració de la IP del programa *Factory I/O*.

3.1.3. Intercanvi de dades entre PLC i *Factory I/O*

L'intercanvi de dades entre PLC i el software *Factory I/O* es realitza amb la part de memòria accessible, via comunicació ,tant d'escriptura com de lectura del PLC. *Factory io*, com a client, es

capaç d'accedir a aquest apart de memòria configurada per representar les dades en el procés a automatitzar.

Des de el PLC es configura la part de memòria accessible que darrerament es configura en el **Factory I/O** per poder llegir aquestes dades allotjades a la memòria del PLC.

Tamaño de los campos de dirección globales

☒ Topológica

☐ Memoria mixta topológica y de señal

Tamaño de los campos de dirección globales

%M: 1.200 %MW: 1.024 %KW: 256

%S: 128 %SW: 168

Valores máximos

Figura 3.3- Configuració de la memòria del PLC virtual del programa *Unity Pro XL*.

I/O Config

Read Digital

Inputs

Read Register

Input Registers

Scale

100

I/O Points

	Offset	Count
Digital Inputs	1000	200
Digital Outputs	200	60
Register Inputs	10	8
Register Outputs	10	8

Figura 3.4- Configuració de la memòria del PLC virtual del programa *Factory I/O*.

3.2. Descomposició del problema de control

Per a l'automatització i control de la fàbrica s'ha optat per a fer seccions de programa de cada escena per separat. És a dir, s'ha programat en diferents seccions els diferents processos de la planta. S'han separat per zones. Començant per la mecanització que és la zona 1, la selecció, muntatge i empaquetament que és la zona 3 i finalment, la paletització que és la zona 4.

Per l'altre banda, s'han creat blocs de funcions derivades de cada sistema a automatitzar. Cada secció de programa crida als blocs funcionals necessaris de l'estació.

3.3. Codificació dels elements i sistemes

Per a una millor comprensió i per a simplificar la programació s'ha codificat tots els elements i seccions de la següent forma:

Les quatre zones diferenciades s'han codificat amb el prefix Zx_ :

- Procés de mecanització: Z1_Mecanitzat
- Procés de selecció i encaix: Z2_Selecció
- Procés d'empaquetament: Z3_Paletitzador

D'aquesta manera se li ha assignat una abreviatura a cada procés (Z1, Z2, Z3).

Això permet simplificar els tags per als components i per als senyals d'entrada i sortida del PLC. Cada element comença amb l'abreviatura de la zona on està situada. Posteriorment, el tag porta el nom de l'element i finalment, la lletra I o la lletra O segons siguin entrades o sortides del PLC. Si el tag porta una I serà una entrada de PLC (input) i si porta una O, serà una sortida de PLC (Output).

Les entrades que siguin d'estat porten una E per indicar-ho.

Si un element té més d'un actuator o sensor s'indica en el nom també.

Per exemple:

Z1_FOTO1_I

Z1: Situat a la zona 1 (Mecanitzat)

FOTO1: Sensor fotoelèctric 1

I: Senyal d'entrada.

A l'annex B es troben les taules de definició de cada senyal.

3.4. Disseny del sistema

3.4.1. Z1: Mecanitzat

Aquesta escena té com a objectiu mecanitzar les bases i les tapes que posteriorment es convertiran en caixes. Com es pot observar a la figura, hi ha dues línies de producció. En una es mecanitzen les tapes i a l'altre les bases.

S'han ubicat dues entrades de material que treuen material sense tractar. És a dir, surten peces quadrades dels dos colors aleatòriament.

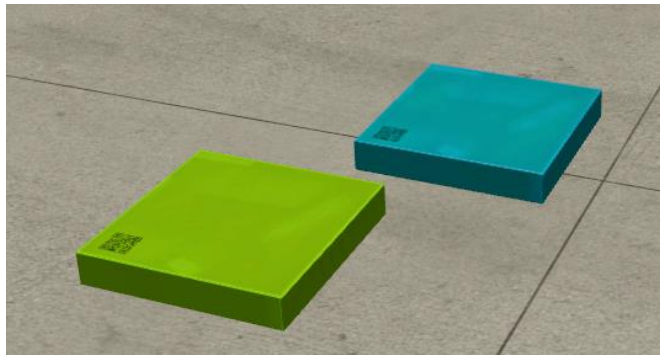


Figura 3.5- Exemple de material pur del programa *Factory I/O*.

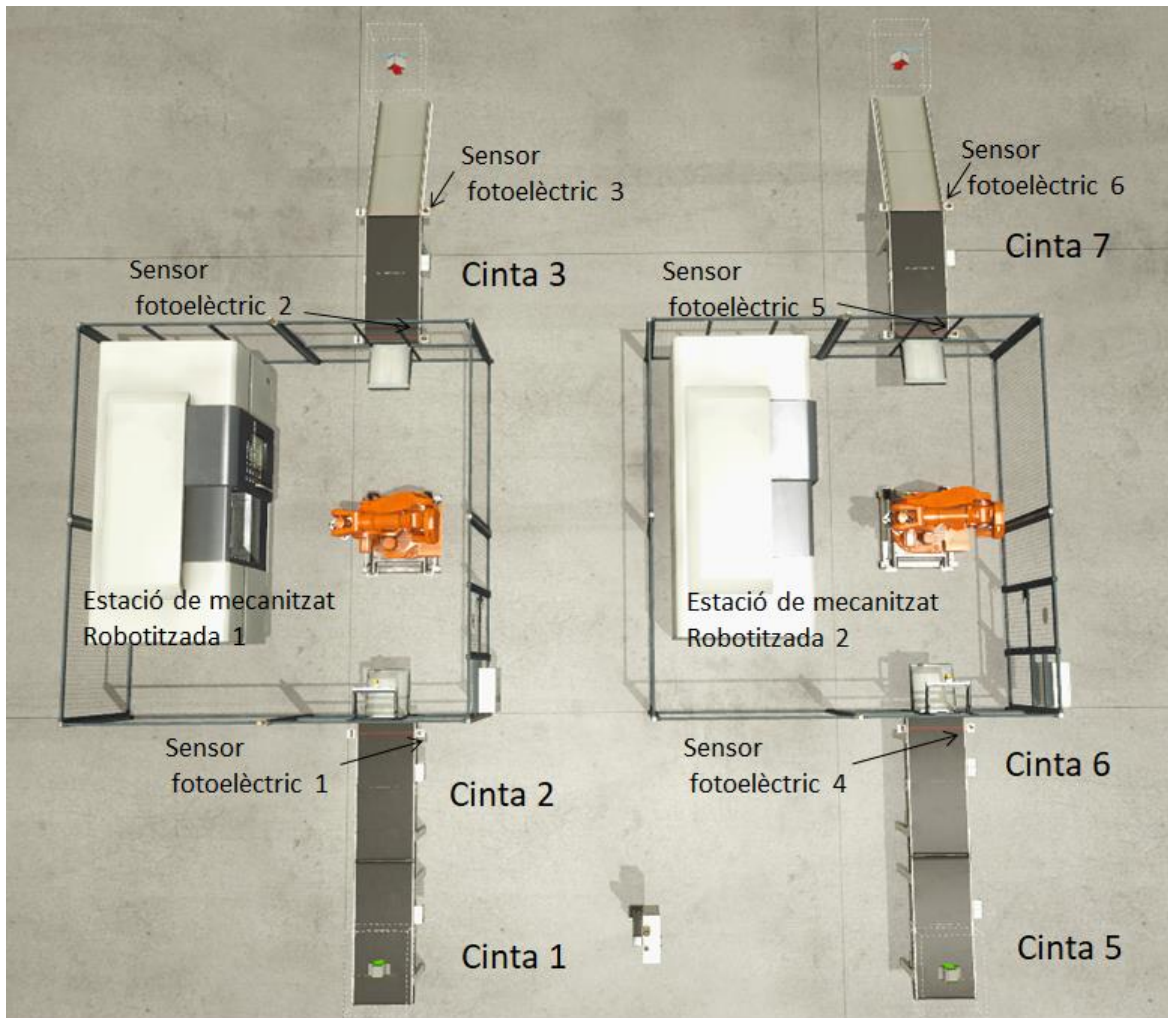


Figura 3.6- Esquema de la zona 1.

Aquestes peces són transportades per dues cintes que les porten fins a l'entrada de l'estació de mecanitzat robotitzades. Abans d'arribar a l'estació les peces són detectades per un sensor fotoelèctric per tal de deixar una peça preparada per mecanitzar quan s'està processant una. Amb això s'aconsegueix millorar el rendiment del sistema ja que quan l'estació quedi lliure una peça estarà a l'entrada esperant a ser processada.

A l'estació de mecanitzat hi entra un tros de material sense tractar i la màquina CNC li dona fora de base o tapa segons se li programi. En aquest cas, l'estació 1 mecanitza bases i l'estació 2 tapes.

A la sortida de l'estació de mecanitzat hi ha una cinta que transporta les bases i les tapes a la següent escena per seguir el procés. Aquesta cinta ve precedida per un altre sensor fotoelèctric i també en té un al final. Aquests estan posats estratègicament per tal d'aconseguir que aquestes cintes només treballin quan els hi entra una peça fins que la treuen. Així s'aconsegueix disminuir el consum de les cintes. Són elements que tenen un cost inicial però a la llarga donen beneficis.

3.4.2. Z2: Muntatge, selecció i empaquetament.

En aquest procés arriben les bases i les tapes per l'entrada de material. Les bases són transportades per la cinta 9 i les tapes per la cinta 10. Aquestes cintes porten un sensor de reflexió al mig per a deixar una peça en espera mentre el procés posterior es du a terme.

Per muntar les caixes s'utilitza un "Pick and Place". Aquest, per a que les munti correctament és necessari que les peces estiguin en un punt determinat de la cinta. Per això hi ha dos posicionadors a cada cinta. Un per situar les tapes i el "Pick and Place" les pugui agafar i un altre per situar les bases i que les tapes quedin ben posades a sobre. Aquests posicionadors porten un sensor de reflexió per detectar que hi ha peça preparada per a posicionar. El posicionador de les bases, es troba a la cinta de sortida de les caixes. És a dir, després d'haver posicionat les bases, el "Pick and Place" diposita la tapa a sobre i la caixa ha de continuar per la cinta. Per tant aquell posicionador s'ha d'eleva per tal de deixar passar les caixes muntades i tornarà a baixar quan la caixa passi pel sensor de reflexió 3.

Les cintes 10 i 11 només s'encenen quan el sensor de reflexió 3 (caixa muntada) detecta i pararan quan la caixa hagi sortit d'aquestes, és a dir, quan algun dels sensors fotoelèctrics 8, 9, 10 o 11 detecti. D'aquesta manera es redueix el consum d'aquestes cintes.

Entre les cintes 10 i 11, es troben dos sensors de visió per a detectar de quin color és la base i de quin color la tapa per que després, les seleccionin els quatre separadors. Així surten per les cintes 12, 13, 14 i 15 cada tipus de caixa.

Aquestes cintes transportaran les caixes fins els posicionadors corresponents i el "Pick and Place" col·locarà tres caixes a dins d'una més gran per empaquetar-les. Aquestes cintes s'encenen amb el separador corresponent i paren quan el "Pick and Place" ha agafat la caixa.

Les caixes d'empaquetament venen posades sobre un palet. I circulen per els rodells transportadors anomenats cintes 16, 17, 18 i 19 (estan anomenats així ja que la funció de programació és la mateixa que les cintes transportadores). Aquestes cintes transporten els palets amb les caixes d'empaquetament fins on es troben ubicats els sensors fotoelèctrics 12, 13, 14 i 15 corresponentment.

Quan hi ha 3 caixes muntades dins una d'empaquetament, les cintes transportadores s'enduen les caixes i en situa una de buida.

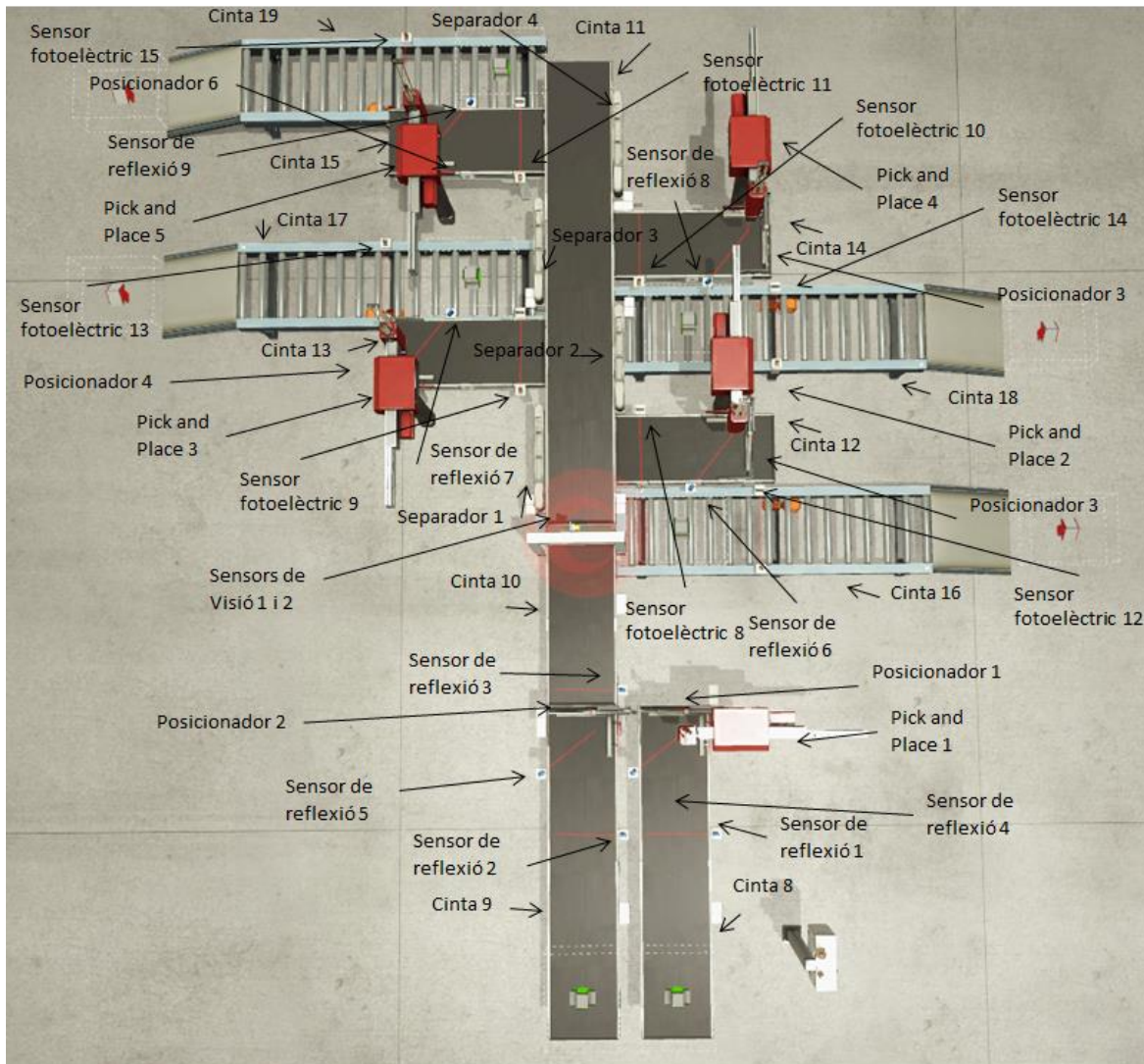


Figura 3.7.- Esquema de la zona 2.

3.4.3. Z3: Paletitzadora

Per a fer l'emmagatzematge de les caixes s'ha optat per a fer-ho en palets. Una de les limitacions del software de simulació es que per a emmagatzemar caixes en palets només es poden utilitzar caixes de cartró i els elements del programa no permeten posar les caixes muntades en caixes de cartró. Per això s'han utilitzat les caixes obertes per a posar les caixes muntades i s'ha fet un sal fins al procés de paletització. S'entén doncs, que hi ha un procés que no s'ha pogut realitzar.

Així doncs, l'entrada de material dóna en aquest cas, caixes de cartró que porten a dins les caixes muntades.

La cinta transportadora 19 transporta les caixes de cartró fins a la paletitzadora. La cinta deixarà sempre una caixa ubicada en el sensor de reflexió 10 preparada per a ser processada.

Mentrestant, la cinta 20 transporta palets buits fins a l'elevador de la paletitzadora. Aquesta cinta també deixarà un palet preparat per a ser processat. Com es pot observar hi ha dos processos paral·lels. El primer va ubicant les caixes dins de la paletitzadora i el segon portarà el palet amb l'elevador fins a la posició de recollida. Quan hi hagi sis caixes preparades es dipositaran al palet. Després es farà un conjunt de sis caixes més i es tornaran a dipositar al mateix palet. En aquest punt es considerarà que el palet ja està complet i l'elevador el portarà fins a la sortida, és a dir, fins la cinta 21 que s'emportarà el palet preparat. Mentre es realitza tot això, el següent palet es va preparant. Les caixes es van ubicant a la paletitzadora i el següent palet s'està portant al punt de recollida. Així s'aconsegueix tenir més d'un procés alhora i millorar el rendiment de la màquina.

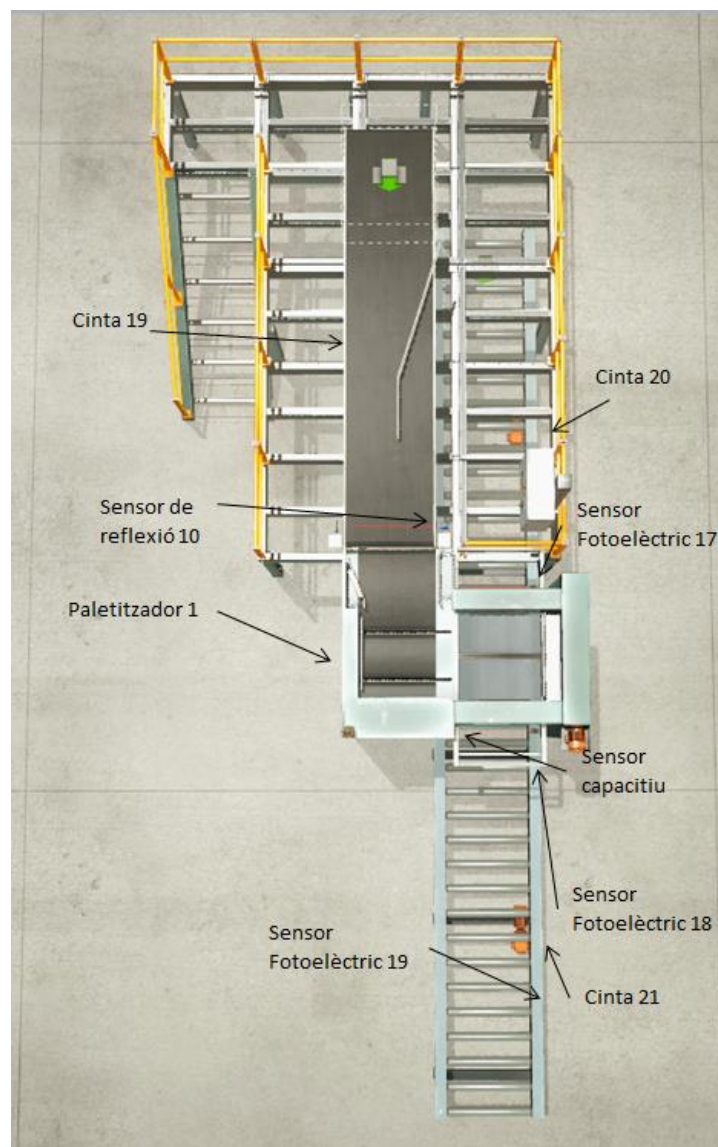


Figura 3.8- Esquema de la zona 2.

3.4.4. Mode manual

El mode manual es fa a partir de botoneres situades a cada element actuator de cada sistema. Cada botonera incorpora un polsador de “Start” i un de “Stop”.

A més a més cada escena té un armari amb un polsador d’enclavament d’emergència, un polsador de “Start” , un de “Stop”, un de “Reset” , un semàfor indicador d’estat i una llum d’emergència.

3.5. Programa del controlador

Com ja s’ha explicat anteriorment el programa s’estructura en seccions i aquestes seccions criden a blocs de funcions per a desenvolupar l’acció.

3.5.1. Seccions del programa

En aquest apartat s’explica el funcionament de cada secció del programa. N’hi ha cinc. La primera és la secció d’entrades, la última és la de sortides i les tres del mig les escenes.

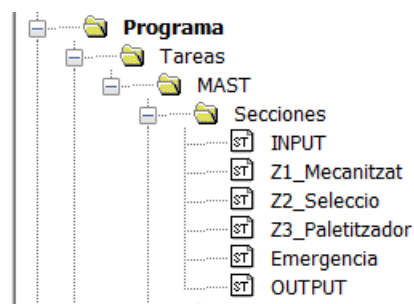


Figura 3.9- Seccions del programa del PLC.

En els següents apartats s’explica l’estructura de cada secció, la lògica i la programació. S’explica un exemple d’assignació de variables de la crida dels blocs de funcions de cada tipus de bloc. És a dir, s’explica l’assignació de variables d’una cinta transportadora, d’un separador, etc. Les altres crides dels mateixos elements són molt semblant i es poden consultar a l’annex on hi ha la programació del PLC.

3.5.1.1. Entrades

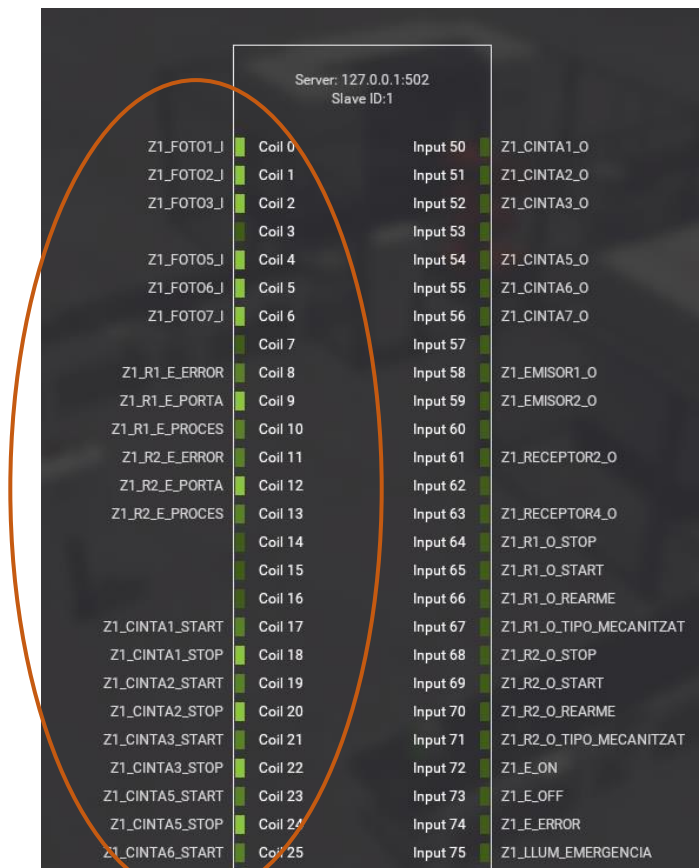
En aquesta secció es defineixen totes les entrades del PLC. Com senyals provinents de sensors, senyals d'estat dels equips, senyals provinents dels polsadors, etc. Poden ser tant digitals com analògiques.

Per definir-les cal adjudicar una posició de memòria a cada una. D'aquesta manera es llegeix aquella secció de memòria a partir del nom de la variable del tipus entrada que se li ha adjudicat.

En les següents figures es pot veure una part d'aquesta secció del programa del PLC i el PLC simulat pel FACTORY I/O on es situen les entrades.

```
(* --INPUTS Z1--*)  
  
Z1_FOTO1_I:=%M0;  
Z1_FOTO2_I:=%M1;  
Z1_FOTO3_I:=%M2;  
Z1_FOTO4_I:=%M3;  
Z1_FOTO5_I:=%M4;  
Z1_FOTO6_I:=%M5;  
Z1_FOTO7_I:=%M6;  
Z1_R1_E_ERROR:=%M8;  
Z1_R1_E_PORTA:=%M9;  
Z1_R1_E_PROCES:=%M10;  
Z1_R2_E_ERROR:=%M11;  
Z1_R2_E_PORTA:=%M12;  
Z1_R2_E_PROCES:=%M13;  
Z1_CINTA1_START:=%M17;  
Z1_CINTA1_STOP:=%M18;  
Z1_CINTA2_START:=%M19;  
Z1_CINTA2_STOP:=%M20;  
Z1_CINTA3_START:=%M21;  
Z1_CINTA3_STOP:=%M22;  
Z1_CINTA5_START:=%M23;
```

Figura 3.10- Exemple de definició d'entrades del PLC.



Server: 127.0.0.1:502 Slave ID:1			
Z1_FOTO1.J	Coil 0	Input 50	Z1_CINTA1_O
Z1_FOTO2.J	Coil 1	Input 51	Z1_CINTA2_O
Z1_FOTO3.J	Coil 2	Input 52	Z1_CINTA3_O
	Coil 3	Input 53	
Z1_FOTO5.J	Coil 4	Input 54	Z1_CINTA5_O
Z1_FOTO6.J	Coil 5	Input 55	Z1_CINTA6_O
Z1_FOTO7.J	Coil 6	Input 56	Z1_CINTA7_O
	Coil 7	Input 57	
Z1_R1_E_ERROR	Coil 8	Input 58	Z1_EMITSOR1_O
Z1_R1_E_PORTA	Coil 9	Input 59	Z1_EMITSOR2_O
Z1_R1_E_PROCES	Coil 10	Input 60	
Z1_R2_E_ERROR	Coil 11	Input 61	Z1_RECEPTOR2_O
Z1_R2_E_PORTA	Coil 12	Input 62	
Z1_R2_E_PROCES	Coil 13	Input 63	Z1_RECEPTOR4_O
	Coil 14	Input 64	Z1_R1_O_STOP
	Coil 15	Input 65	Z1_R1_O_START
	Coil 16	Input 66	Z1_R1_O_REARME
Z1_CINTA1_START	Coil 17	Input 67	Z1_R1_O_TIPO_MECANITZAT
Z1_CINTA1_STOP	Coil 18	Input 68	Z1_R2_O_STOP
Z1_CINTA2_START	Coil 19	Input 69	Z1_R2_O_START
Z1_CINTA2_STOP	Coil 20	Input 70	Z1_R2_O_REARME
Z1_CINTA3_START	Coil 21	Input 71	Z1_R2_O_TIPO_MECANITZAT
Z1_CINTA3_STOP	Coil 22	Input 72	Z1_E_ON
Z1_CINTA5_START	Coil 23	Input 73	Z1_E_OFF
Z1_CINTA5_STOP	Coil 24	Input 74	Z1_E_ERROR
Z1_CINTA6_START	Coil 25	Input 75	Z1_LLUM_EMERGENCIA

Figura 3.11- Exemple de l'adjudicació de les entrades al PLC virtual del *Factory I/O*.

Com es pot observar les entrades del PLC son les sortides de la planta.

Hi ha un total de 167 senyals d'entrada.

3.5.1.2. Zona 1: Mecanitzat

Com ja s'ha explicat anteriorment, a les seccions es criden els blocs de funcions de cada element.

A la primera part del programa es pot observar la crida dels blocs de funcions. Cada bloc de funcions té un determinat número d'entrades i sortides i variables internes. A la secció de la zona, quan es crida a un bloc se li adjudiquen les variables pertinents d'aquell sistema.

A la primera zona hi ha:

- Cintes 1, 2, 5 i 6: Aquestes cintes són del tipus entrada de material i solament estan actives quan no hi ha cap peça mecanitzant-se o quan hi ha peça mecanitzant-se però no hi ha peça esperant a ser mecanitzada.

- Cintes 3 i 7: Aquestes cintes només estan enceses quan l'estació de mecanitzat robotitzada ha emès una peça ja mecanitzada i no es para fins que la peça ha sortit.
- Estacions de mecanitzat robotitzades 1 i 2.

Per exemple, a la cinta 3 té assignat com a sensor anterior el sensor fotoelèctric 2. Quan l'estació de mecanitzat deixa anar una peça la cinta es posarà en marxa. Quan la peça passi per el sensor fotoelèctric 3 (sensor posterior) la cinta pararà. No és una cinta d'entrada de material. Per això aquesta variable està desactivada. Després hi ha les variables de mode manual. La primera (manual) indica a quina variable correspon si la secció està treballant en mode manual o no (Z1_MANUAL). Les variables de "Start" i "Stop" són les entrades provinents dels polsadors de la cinta 3. I finalment, hi ha la sortida d'activació de la cinta.

```
CINTA_3 (Sensor_anterior := Z1_FOTO2_I (*BOOL*),
        Sensor_posterior := Z1_FOTO3_I (*BOOL*),
        entrada:=FALSE (*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL (*INT*),
        Start := Z1_CINTA3_START (*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA3_STOP (*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA3_O (*BOOL*));
```

Figura 3.12- Exemple de la crida de la funció cinta.

Després de totes les crides dels blocs funcionals es troba la programació de l'estat del sistema. És a dir, si l'estació està en estat de funcionament la llum d'estat verda estarà activada. Si es polsa el botó d'emergència, la llum groga s'activarà i fins que no es reconeixi l'alarma amb el polsador de "Reset" i es torni a activar l'estació la llum groga no s'apagarà i la verda no s'encendrà.

En resum, amb aquesta programació, s'activen tots els sistemes independents però enllaçats entre ells i també es gestiona la part d'estats de l'escena.

3.5.1.3. Zona 2: Muntatge, selecció i empaquetament

Com a la secció anterior, el sistema de programació comença amb la crida dels blocs de funcions i acaba amb la programació extra que exigeix la planta.

Aquesta zona consta de:

- 11 cintes transportadores (de la 8 a la 19): Aquestes cintes s'encarreguen de fer tot el transport de les bases i les tapes fins que se les emporta la caixa empaquetadora. Les quatre

últimes són del tipus rodells transportadors ja que les caixes empaquetadores venen amb palets.

- 6 posicionadors (de l'1 al 6): Els dos primers són els posicionadors que situen les bases i les tapes per a que siguin muntades. Els quatre restants són els que col·loquen les caixes ja muntades per a ser posades a la caixa empaquetadora.
- 5 "Pick and Place" (del 0 al 4): El primer és l'encarregat de muntar les caixes i els altres són per situar les caixes ja muntades en les caixes empaquetadores.
- 4 separadors (de l'1 al 4): Aquests dispositius empenyen les caixes provinents d'una cinta cap a una altre.

En la següent figura es pot observar un exemple de crida de la funció posicionador. La primera entrada correspon a la variable que indica si la zona treballa en mode manual o automàtic. També és necessari l'entrada de la senyal d'un sensor que indiqui que hi ha peça preparada per a ser posicionada (sensor_anterior). A la següent entrada (etapa_anterior) hi ha l'expressió "PP_0.assemblat", que prové del "Pick and Place" i que informa al posicionador que la caixa ja ha estat muntada i que s'ha d'aixecar per deixar-la passar. La variable entrada és molt similar a la de les cintes. Indica si es un posicionador del tipus sortida de material o no. Per exemple, les tapes de les caixes les posiciona el posicionador 1. Les tapes són transportades fins a les bases i per tant el flux de material s'acaba en el posicionador. Això vol dir que no és necessari que s'aixequi i per tant no està programat per a aquest tipus de posicionador. La següent entrada és la del sensor posterior que, informa al posicionador de si la caixa ha passat i ja pot tornar a baixar. Després es troben les sortides d'activació del moviment (eix X i Z) i finalment, es troben els senyals d'entrada que provenen dels pulsadors de marxa i paro en mode manual.

```

POSICIONADOR_2 (MANUAL := Z2_MANUAL (*BOOL*),
                sensor_anterior := Z2_DIF5_I (*BOOL*),
                etapa_anterior:= PP_0.assemblat (*BOOL*),
                entrada := TRUE (*BOOL*),
                sensor_posterior:= Z2_DIF3_I,
                estat_Z:= Z2_POSICIONADOR2_EZ_I,
                estat_X := Z2_POSICIONADOR2_EX_I (*BOOL*),
                MOVX => Z2_POSICIONADOR2_X_O (*BOOL*),
                MOVZ => Z2_POSICIONADOR2_Z_O (*BOOL*),
                Start := Z2_POSICIONADOR2_START (*BOOL*),
                Start_Z := Z2_POSICIONADOR2_Z_START (*BOOL*),
                Stop := Z2_POSICIONADOR2_STOP (*BOOL*));

```

Figura 3.13- Exemple de la crida de la funció posicionador.

Un exemple de crida de funcions del “Pick and Place” es pot trobar a la següent figura. Per començar hi ha la variable de mode manual o automàtic del selector de la zona 2. Les següents entrades provenen dels posicionadors 1 i 2 i indiquen si la tapa i la base estan posicionades per agafar-les. Les tres següents variables són d'estat, que retorna el “Pick and Place”. Per exemple quan es fa un moviment en l'eix X i arriba al final l'estat_X s'activa. L'estat “GRIP” és el que indica si s'ha agafat la peça o no. Les tres variables que venen a continuació són les sortides de moviment. Finalment, es troben els senyals d'entrada que provenen dels pulsadors de marxa i paro en mode manual.

```
PP_0 (manual :=Z2_MANUAL (*BOOL*),
      base_ok:= POSICIONADOR_2.posicionat,
      tapa_ok:=POSICIONADOR_1.posicionat,
      estat_X := Z2_PP1_EX_I (*BOOL*),
      estat_Z := Z2_PP1_EZ_I (*BOOL*),
      estat_GRIP :=Z2_PP1_EGRIP_I (*BOOL*),
      MOVX => Z2_PP1_X_O (*BOOL*),
      MOVZ => Z2_PP1_Z_O (*BOOL*),
      MOVGRIP => Z2_PP1_GRIP_O (*BOOL*),
      Start := Z2_PP1_START (*BOOL*),
      Stop := Z2_PP1_STOP (*BOOL*));
```

Figura 3.14- Exemple de la crida de la funció “Pick and Place”.

En el separador 1, per exemple, la primera variable està assignada a una altre variable. Això es perquè aquesta senyal prové de dos sensors de visió que donen una sortida del tipus enter i depenen de les convencions que donen els sensors vol dir que hi ha caixa o no. Aquest senyal donarà pas a l'activació del separador sempre i quan el resultat de la combinació dels dos sensors de visió sigui la mateixa que la que hi ha adjudicada a la variable “blau”. Les dues següents són les sortides d'activació del braç i d'activació de la cinta del braç. Després es troba la variable de mode manual de la zona i els senyals d'entrada que provenen dels pulsadors de marxa i paro en mode manual.

```
SEPARADOR_1 (Sensor_visio := CAIXA (*INT*),
             Sensor_posterior :=Z2_FOTO8_I (*BOOL*),
             Blau := 1 (*INT*),
             Running =>Z2_SEPARADOR1_O (*BOOL*),
             Running_cinta =>Z2_SEPARADOR1_CINTA_O (*BOOL*),
             Manual:=Z2_MANUAL,
             Start := Z2_SEPARADOR1_START (*BOOL*),
             Stop := Z2_SEPARADOR1_STOP (*BOOL*));
```

Figura 3.15- Exemple de la crida de la funció separador.

Acabada la crida dels blocs funcionals de la zona hi ha la programació de la codificació per separar les caixes per colors. Es llegeix el sensor de visió 1 i el 2 i la seva combinació determinarà el camí de les caixes.

També s'ha afegit uns comptadors per a fer el comptatge de les caixes que són posades a la caixa d'embalatge. Els comptadors compten cada vegada que el "Pick and Place" corresponent ha deixat anar una caixa. Quan n'hi ha tres la cinta transportadora s'emporta la caixa d'embalatge i en situa una altre preparada per a omplir.

Finalment s'ha programat l'estat del sistema igual que al de la zona anterior.

3.5.1.4. Zona 3: Paletitzadora

Aquesta zona està estructurada com les dues anteriors. Primerament, es troben les crides dels blocs de funcions.

A la zona tres hi ha:

- 3 cintes transportadores (de la 19 a la 21). La primera transporta les caixes de cartró fins a la paletitzadora. Les dos següents són de rodells i transporten palets sols i palets muntats corresponentment.
- Paletitzadora 0.

A la paletitzadora, el primer senyal d'entrada és el de mode manual o automàtic. El segon prové d'un sensor que hi ha col·locat a l'entrada de la paletitzadora (sensor de reflexió 10). A les següents dos variables se li han assignat els senyals d'estat de la plataforma que s'obre i del braç que empeny les caixes per deixar-les a la posició correcta. Com es pot observar, la següent variable indica que hi ha un palet entrat i prové d'un sensor capacitiu. Després es troba el senyal d'estat del moviment de l'elevador i totes les sortides per activar els actuadors: la cinta transportadora, la pestanya que fa canviar de posició les caixes, les pales que posicionen les caixes abans de ser expulsades, la plataforma, el braç que empeny les caixes, els rodells que mouen el palet i els senyals de moviment de l'elevador.

Finalment, es defineixen tots els senyal provinents dels pulsadors de cada dispositiu per treballar en mode manual.


```

PALETITZADOR_0 (Manual := Z3_MANUAL (*BOOL*),
  sensor_anterior := NOT Z3_DIF10_I (*BOOL*),
  elimit := Z3_PALET1_EFILA_I (*BOOL*),
  Eplat := Z3_PALET1_EPLAT_I (*BOOL*),
  palet_entrat := Z3_PALET1_ENTRAT_I (*BOOL*),
  Emov := Z3_PALET1_EMOV_I (*BOOL*),
  Cinta => Z3_PALET1_CINTA_O (*BOOL*),
  gir => Z3_PALET1_GIR_O (*BOOL*),
  grip=> Z3_PALET1_GRIP_O (*BOOL*),
  Plat => Z3_PALET1_PLAT_O (*BOOL*),
  Fila => Z3_PALET1_FILA_O (*BOOL*),
  roll => Z3_PALET1_ROLL_O (*BOOL*),
  MovUP => Z3_PALET1_UP_O (*BOOL*),
  limit => Z3_PALET1_LIMIT_O (*BOOL*),
  up_start_manual := Z3_PALET1_UP_START (*BOOL*),
  down_start_manual := Z3_PALET1_DOWN_START (*BOOL*),
  limit_start_manual := Z3_PALET1_LIMIT_START (*BOOL*),
  roll_start_manual := Z3_PALET1_ROLL_START (*BOOL*),
  grip_start_manual := Z3_PALET1_GRIP_START (*BOOL*),
  plat_start_manual := Z3_PALET1_PLAT_START (*BOOL*),
  fila_start_manual := Z3_PALET1_FILA_START (*BOOL*),
  cinta_start_manual := Z3_PALET1_CINTA_START (*BOOL*),
  gir_start_manual := Z3_PALET1_GIR_START (*BOOL*),
  roll_stop_manual := Z3_PALET1_ROLL_STOP (*BOOL*),
  grip_stop_manual := Z3_PALET1_GRIP_STOP (*BOOL*),
  plat_stop_manual := Z3_PALET1_PLAT_STOP (*BOOL*),
  fila_stop_manual := Z3_PALET1_FILA_STOP (*BOOL*),
  cinta_stop_manual := Z3_PALET1_CINTA_STOP (*BOOL*),
  gir_stop_manual := Z3_PALET1_GIR_STOP (*BOOL*),
  MovDOWN => Z3_PALET1_DOWN_O (*BOOL*));

```

Figura 3.16- Exemple de la crida de la funció paletitzador.

Finalment s'ha programat l'estat del sistema igual que les zones anteriors.

3.5.1.5. Emergència

En aquesta secció està programada la desactivació de tots els actuadors si es polsa la parada d'emergència o si la zona es troba en estat d'error. Cada parada d'emergència de cada zona inhabilitarà les sortides de la mateixa zona.

Per a que el procés continuï s'ha de desenclavar el polsador d'emergència i fer un reconeixement de l'alarma polsant el polsador de "Reset" de la zona.

En un cas real les parades d'emergència es fan elèctricament però s'ha volgut simular d'aquesta manera.

3.5.1.6. Sortides

En aquesta part del programa s'assignen totes les sortides a les posicions corresponents del PLC. És un mètode d'enllaç amb el programa de simulació.

Per definir-les cal adjudicar una posició de memòria a cada una. D'aquesta manera es llegeix aquella secció de memòria a partir del nom de la variable del tipus entrada que se li ha adjudicat.

Hi ha un total de 94 senyals de sortida.

3.5.2. Blocs de funcions

En aquest apartat s'explica el funcionament de cada bloc de funcions, és a dir, de cada conjunt automatitzat.

3.5.2.1. Conjunt cinta transportadora

Cada cinta transportadora existent en cada secció s'ha automatitzat de la mateixa manera. A cada secció es crida a la funció cinta amb les seves entrades i sortides pertinents.

En el següent esquema es troba simplificada l'automatització realitzada de les cintes.

Primerament, s'ha de veure si l'estació treballa en mode automàtic o manual. Si treballa en mode manual, s'ha de pulsar el pulsador de "Start" per a encendre la cinta transportadora. Si la cinta està encesa i es pulsa "Stop" la cinta para.

Si no està en mode manual i si que ho està en automàtic, primer de tot s'ha de llegir si és una cinta d'entrada o no. Això significa que si és una cinta d'entrada de material la funcionalitat serà diferent a si és de sortida. Quan és d'entrada la cinta sempre estarà encesa sempre i quan l'etapa posterior de la cinta i el sensor d'espera posterior estan ocupats. És a dir, aquest tipus de cinta entrega material per a un procés posterior, llavors el seu fi és que aquest procés posterior sempre tingui una peça esperant a ser processada mentre s'està processant una.

La cinta del tipus sortida de material, només s'encendrà quan es detecti presència de peça i no hagi sortit de la cinta.

D'aquesta manera s'aconsegueix reduir el consum de la cinta transportadora, encenent-la només quan és necessari.

Per a l'automatització són necessàries set entrades i una sortida.

Les entrades són:

- Un sensor al principi de la cinta: Aquest sensor detectarà si hi ha peça a l'inici o no. Aquest sensor és necessari en les cintes del tipus sortida, ja que només s'encendran si aquest sensor dóna senyal i encara no ha sortit de la cinta.
- Un sensor al final de la cinta: Aquesta entrada és necessària en els dos tipus de cinta. Si és del tipus entrada, la cinta sempre farà que hi hagi una peça esperant a ser tractada. Quan el sensor estigui detectant i hi hagi una peça processant-se posteriorment la cinta parará. Si és una cinta de sortida aquest sensor marcarà el paro de la cinta. Si detecta vol dir que la peça ja ha sortit i fins que no entri una altre no s'encendrà.
- Una variable que indica si és una cinta d'entrada o de sortida.
- Un senyal d'etapa posterior: Aquest senyal normalment vindrà del següent conjunt automatitzat. Quan aquest senyal està actiu indica que hi ha un procés realitzant-se després i que no pot entrar una altre peça fins que no acabi.
- Mode manual: És el senyal que indica si l'estació treballa en mode manual o automàtic.
- Senyal "Start": És el senyal d'arrencada de cinta si està en mode manual.
- Senyal "Stop": Amb aquest senyal es para la cinta si es troba en mode manual.

La única sortida que té aquest conjunt és el senyal de marxa de la cinta. Quan estigui actiu la cinta estarà en marxa i quan no ho estigui la cinta estarà parada.

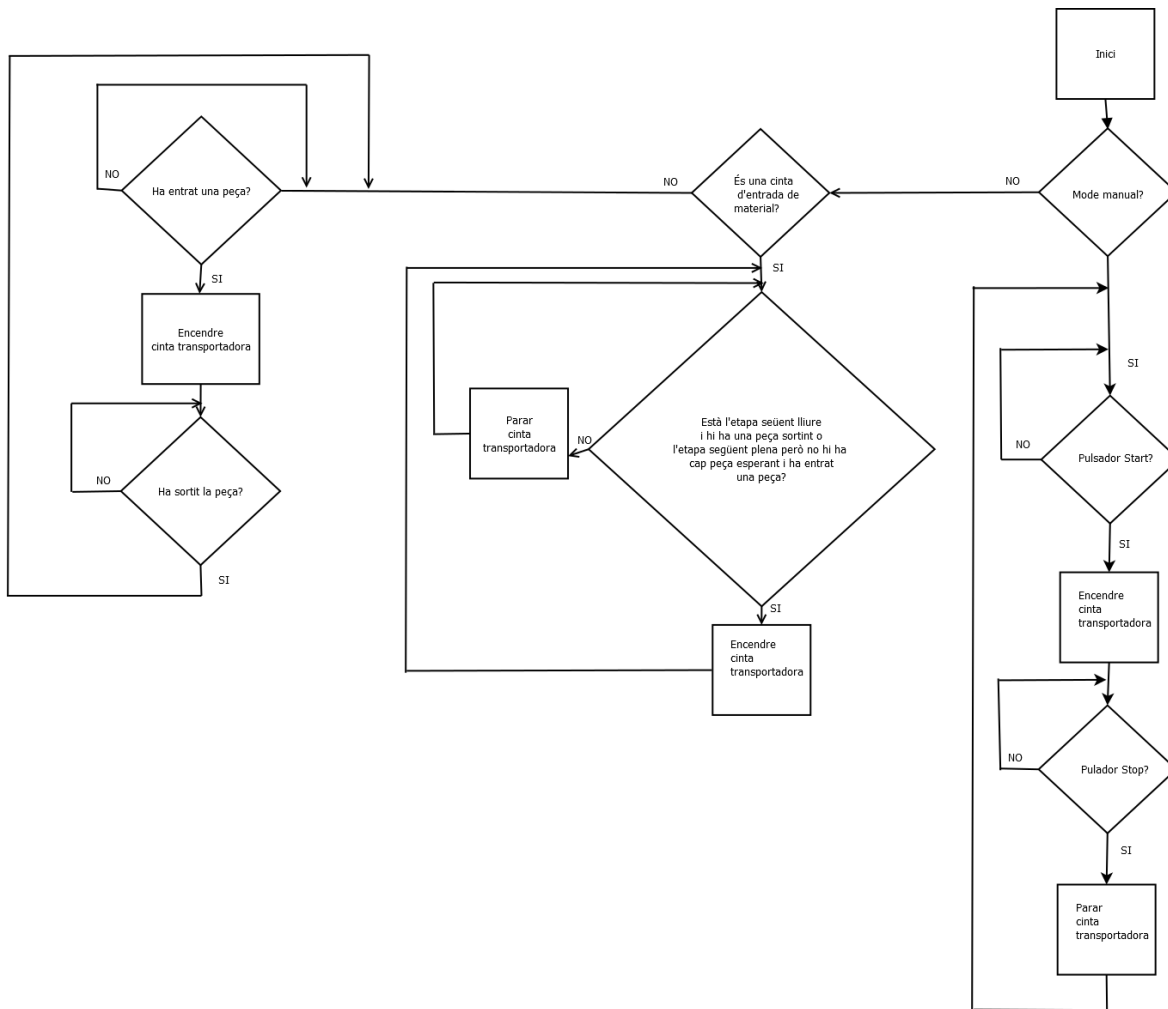


Figura 3.17- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció cinta.

3.5.2.2. Conjunt robot i mecanitzat

Aquesta estació és un mòdul ja automatitzat. Quan detecta que hi ha una peça el robot es posa en marxa. Agafa la peça i la ubica dins de la màquina CNC. Aquesta tanca la porta i mecanitza la forma, que prèviament se li ha demanat. Quan ja ha acabat la porta s'obre i ja es pot veure la peça mecanitzada. Després el braç robòtic agafa la peça acabada i la ubica a la sortida de l'estació.

Porta incorporat una caixa amb pulsadors que permeten parar i reiniciar el procés. També hi ha un pulsador de stop d'emergència que si es polsa s'ha de fer un "reset" per a fer un reconeixement de l'error que ha portar a polsar aquesta parada.

En el següent esquema es veu el funcionament.

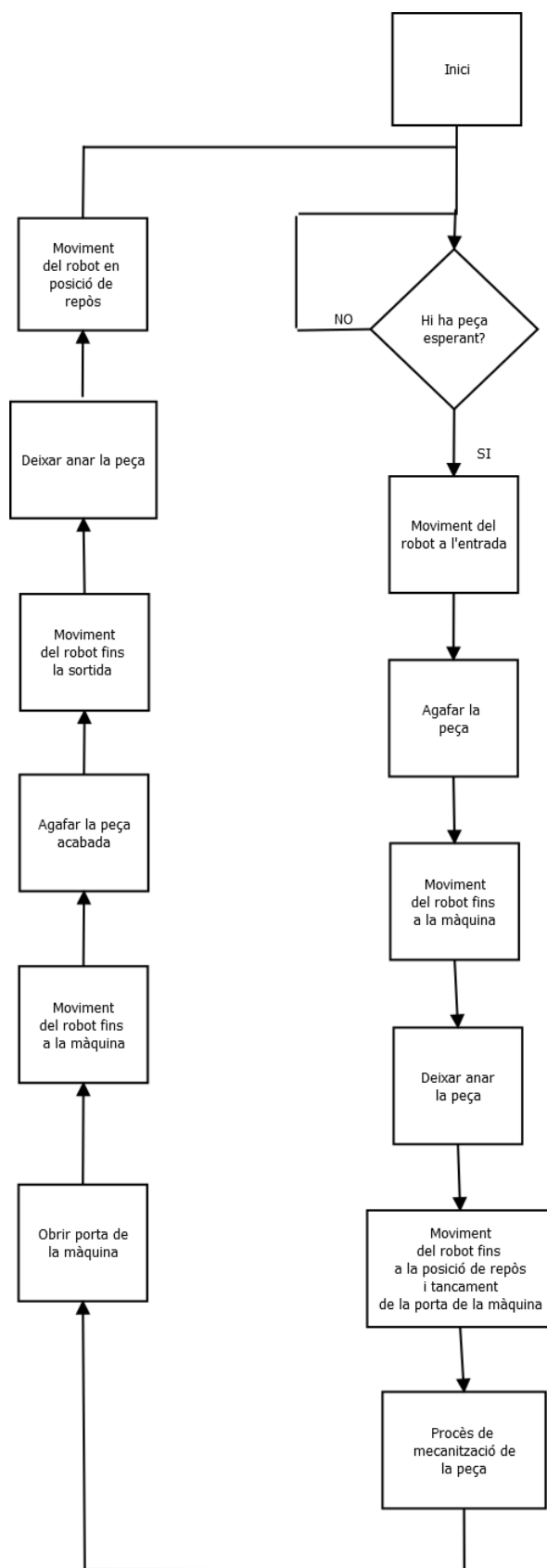


Figura 3.18- Diagrama de decisió del funcionament de l'estació CNC robotitzada.

3.5.2.3. Conjunt posicionador

Aquest bloc té com a objectiu posicionar les peces de forma correcta per al següent procés.

L'automatització d'aquest comença per saber si l'estació treballa en mode manual o en mode automàtic.

Si treballa en mode manual hi ha dos opcions per a manipular-lo. Si es polsa "Start" el braç posicionarà la peça i fins que no es premi "Stop" no l'alliberarà. Per a complir el moviment en vertical per tal de deixar anar la caixa al següent procés hi ha una altre polsador que permet pujar el posicionador. Quan es prem "Stop" el conjunt torna a la posició de repòs.

Quan es treballa en mode automàtic, el posicionador no començarà a funcionar fins que no es detecti una peça preparada per a situar. Quan es detecta una peça davant del posicionador, aquest mourà el braç en l'eix horitzontal per tal de posicionar la peça al final del recorregut. Quan el braç ja ha arribat al final, retorna fins al punt de repòs. Obtenint la peça ja posicionada per al següent tractament.



Figura 3.19- (Esq.) Posicionador en estat de repòs. (Drt.) Posicionador actiu.

Si el que ha posicionat són caixes (o qualsevol element que hagi de seguir per la línia de procés), quan ja estan muntades, el posicionador ha de pujar per tal de no ser un obstacle pel flux de la línia. Un senyal provinent d'una altre estació dóna aquest senyal i tot el conjunt puja en l'eix vertical. Quan la caixa ja ha sortit, el conjunt torna a la posició de repòs.

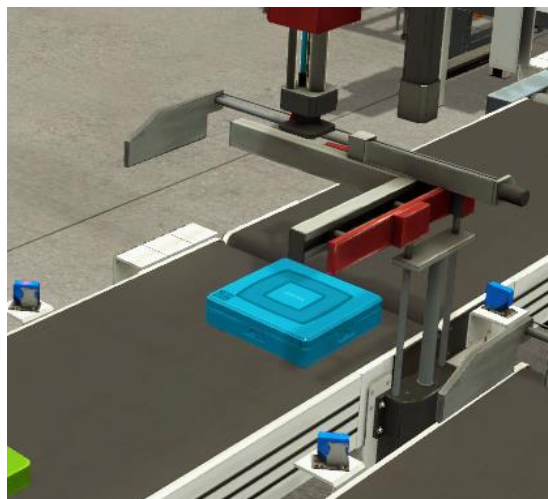


Figura 3.20- Posicionador elevat.

Per a la automatització d'aquest conjunt són necessaris deu senyals d'entrada i dos de sortida.

Els senyals d'entrada són:

- Un senyal de detecció de peça preparada pe a posicionar: Aquest senyal prové, normalment, d'un sensor que s'activa quan hi ha una peça.
- Un senyal de si es final de línia o no: Aquest determina si l'equip haurà de fer el moviment vertical per tal de no ser un obstacle.
- Senyal d'estat horitzontal de l'equip: Aquest senyal prové del mateix posicionador i informa de l'estat del braç, és a dir, si està actiu o no.
- Senyal d'estat vertical de l'equip: Aquest senyal prové del mateix posicionador i informa de l'estat d'aquest, si està elevat o no.
- Senyal de sortida: Aquest senyal prové, normalment, d'un sensor que s'activa quan la caixa ha sortit dl posicionador.
- Estat de muntatge: Prové d'un altre equip (per exemple, el "Pick and Place"), i indica que la capsa ja està preparada per sortir.
- Mode manual: És el senyal que indica si l'estació treballa en mode manual o automàtic.
- Senyal "Start": És el senyal d'arrencada de moviment horitzontal (posicionar la peça) si està en mode manual.
- Senyal "Start" del moviment vertical: És el senyal de aixecar l'equip per permetre que passi l'objecte si està en mode manual.
- Senyal "Stop": Amb aquest senyal el posicionador retorna a la posició de repòs si es troba en mode manual.

Les dos sortides del programa són el moviment horitzontal i el vertical. Quan s'activa el moviment horitzontal el braç posiciona la peça i quan s'activa el vertical tot l'equip s'eleva. Si no estan actius el posicionador roman en repòs.

També precisa de dos variables internes públiques que s'utilitzen en altres equips per la seva automatització. Una variable indica si la peça ha estat posicionada i l'altre indica en quin estat es troba el procés de posicionat.

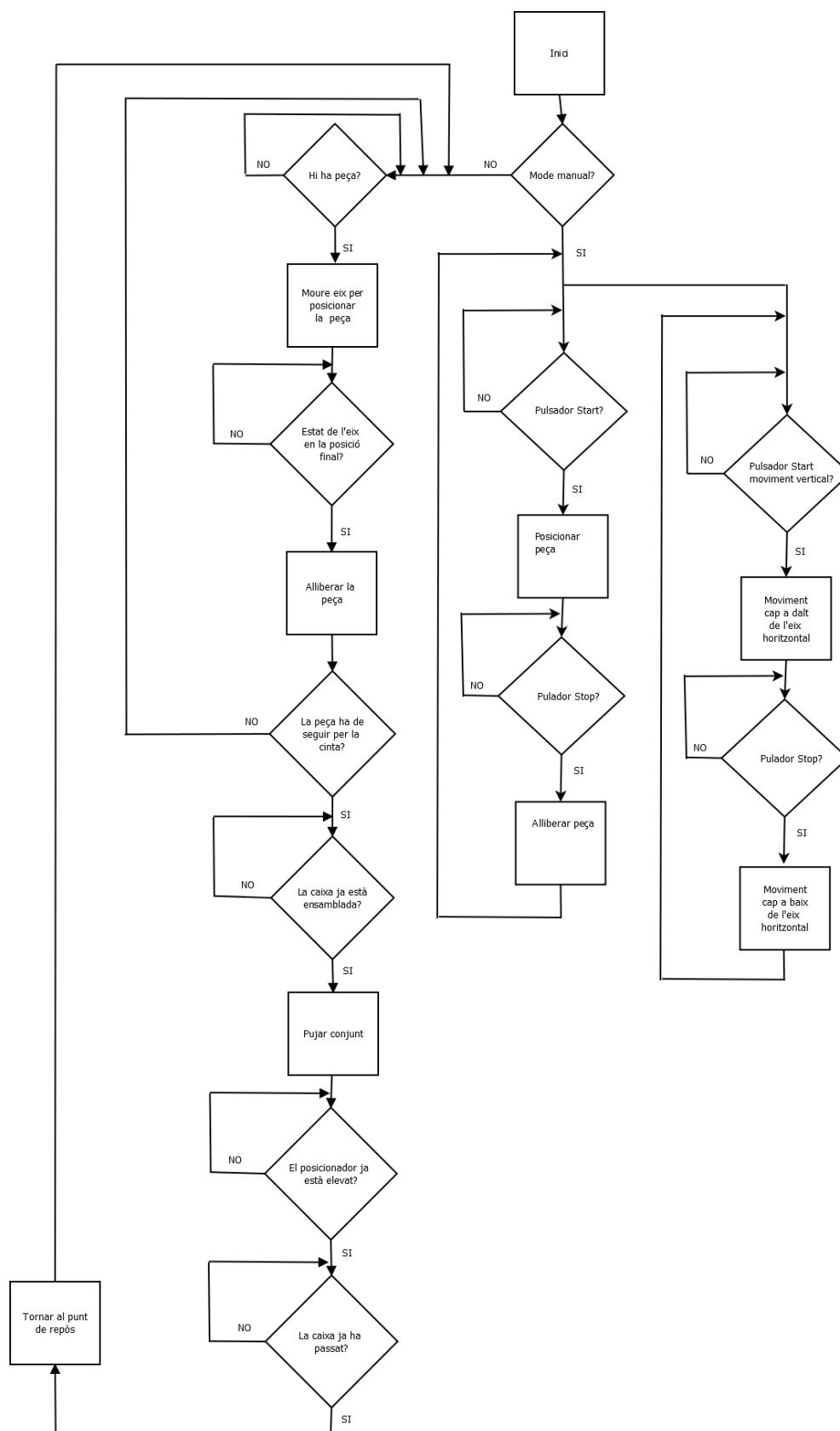


Figura 3.21- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció posicionador.

3.5.2.4. Conjunt “Pick and Place”

Aquesta estació té com a objectiu, ajuntar les tapes amb les bases per formar una caixa o transportar d'un lloc a un altre qualsevol objecte.

L'element principal és un “Pick and Place”. El seu funcionament comença per saber si es treballa en mode manual o automàtic.

Si es treballa en mode manual, cada cop que es premi el polsador de “Start” l'equip farà un moviment del procés. La primera vegada que el polsi, el braç del “Pick and Place” baixa fins tocar la peça. Si es torna a polsar el “Start”, el braç agafa la peça. Si es torna a polsar, el braç puja horitzontalment. Si es torna a polsar, el braç vertical s'activa i es mou fins al final de carrera. Si es torna a polsar, el braç horitzontal baixa. Si es torna a polsar el braç deixa anar el que tenia agafat. Després si es torna a polsar el braç puja i finalment, amb una altre polsada l'equip retorna al punt de repòs. En qualsevol moment, si es polsa el polsador de “Stop” el “Pick and Place” torna a la posició de repòs (en l'esquema explicatiu del conjunt “Pick and Place” no es veu reflectit aquesta condició).

D'aquesta manera en mode manual es pot manipular aquest conjunt sense problemes.

Si es treballa en mode automàtic, els moviments vindran sempre per condicions. Un senyal que indica que hi ha una peça preparada per ser agafada. Si aquest senyal està actiu, el conjunt comença el procés. Primerament, el braç amb moviment vertical, baixa fins on hi ha la peça. Quan el conjunt retorna l'estat de baixat i si hi ha senyal de peça, el braç agafa la peça. Quan hi ha senyal de peça agafada, el braç puja verticalment. Quan ja hi ha senyal de que esta a dalt, el braç amb moviment horitzontal porta la peça fins al final del recorregut. Quan l'equip retorna que ja està posicionat al final del recorregut, el braç vertical porta la peça fins on detecta que hi ha una altre. En aquest moment la deixa anar i quan hi ha senyal de peça deixada el braç puja verticalment fins a dalt. Quan ja és a dalt, el “Pick and Place” torna a l'estat del inici (estat de repòs). El fet de que pugi i baixi verticalment permet que no xoqui en els moviments horitzontals.

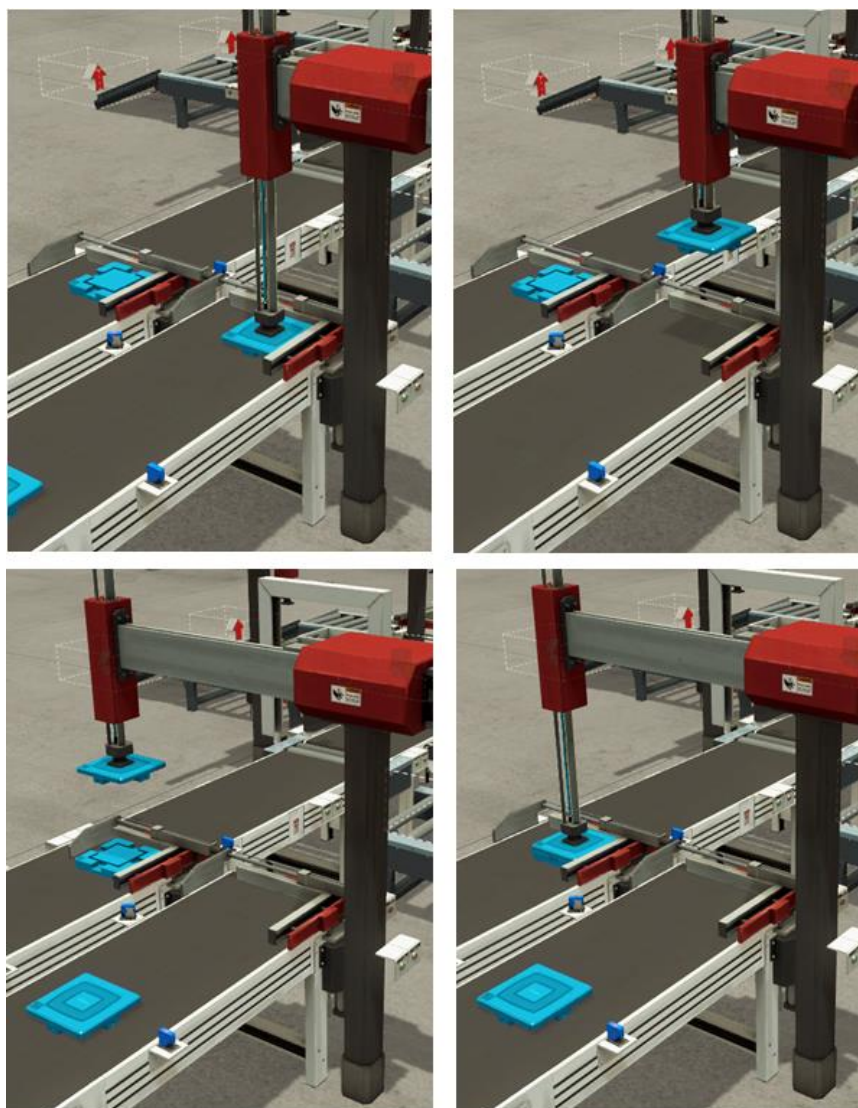


Figura 3.22- (Esq. Superior) Actuador moviment vertical activat. (Drt. Superior) Actuador moviment vertical desactivat i peça agafada. (Esq. Inferior) Moviment horitzontal activat. (Drt. Inferior) Moviments vertical i horitzontals activats.

Per automatitzar aquest procés calen vuit entrades, tres sortides i tres variables internes públiques.

Els senyals d'entrada són:

- Dos senyals d'inici de procés: Aquests senyals normalment provenen d'un altre bloc. Indica que hi ha un objecte preparat per ser agafat i que a l'altre línia està preparada per a que deixi l'objecte.
- Estat del braç vertical: Indica si està a final de recorregut o a l'inici. El retorna el mateix "Pick and Place".
- Estat del braç horitzontal: Indica si està a final de recorregut o a l'inici. El retorna el mateix "Pick and Place".

- Estat de l'actuador del final del braç vertical: Indica si té un objecte agafat o no.
- Mode manual: És el senyal que indica si l'estació treballa en mode manual o automàtic.
- Senyal "Start": És el senyal d'encesa de cada etapa si està en mode manual.
- Senyal "Stop": Amb aquest senyal el "Pick and Place" torna a la posició de repòs si es troba en mode manual.

Les sortides són:

- Moviment del braç vertical: Quan s'activa el braç baixa.
- Moviment del braç horitzontal: Quan s'activa el braç es mou fins al final del recorregut.
- Moviment d'agafar: Quan s'activa l'actuador agafa la peça o objecte.

Les variables internes públiques indiquen en quin estat es troba el procés (etapa) i si l'objecte o peça ha estat deixada correctament.

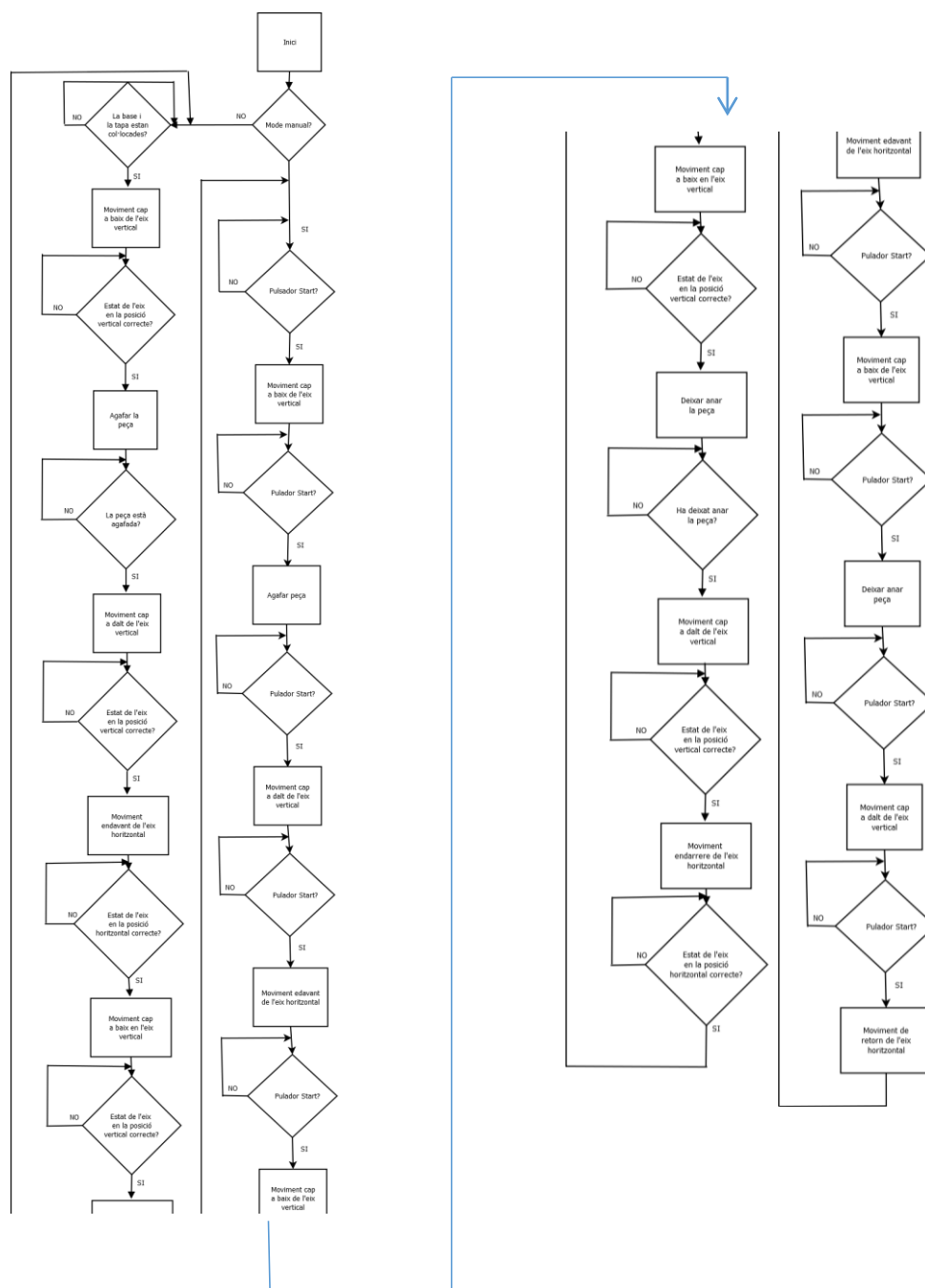


Figura 3.23- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció “Pick and Place”.

3.5.2.5. Conjunt separador

Aquest element separa els objectes que circulen per una cinta transportadora segons el criteri escollit. Per exemple, pot servir per separar material blau i verd. Quan està actiu el braç del separador es situa entremig de la cinta transportadora i fa que l'objecte que hi circuli es desvii de la cinta.

Quan treballa en mode manual, si es polsa el pulsador de "Start" el braç es mourà per tal de separar el producte que es transporta per la cinta. Conjuntament, també s'activa la cinta del separador en sentit positiu per tal de ajudar a circular l'objecte. Si està actiu i es prem el pulsador de "Stop" el braç retorna a la posició inicial i la cinta para.

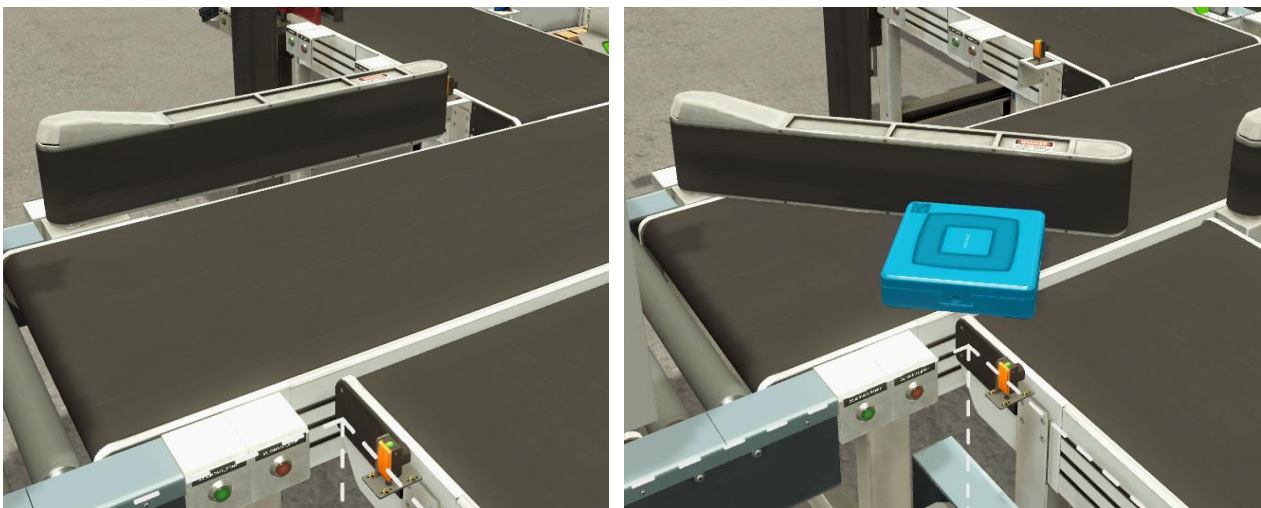


Figura 3.24- (Esq.) Separador desactivat. (Drt.) Separador activat.

En mode automàtic s'ha de detectar o memoritzar quin tipus de material passa per la cinta per tal d'activar o no el separador. En el cas que es vulgui separar per conductivitat del material, per exemple, s'ha de posar un sensor inductiu al costat d'un sensor fotoelèctric per tal de detectar que hi ha peça i si és o no conductora. Un altre cas pot ser el separar per tipus de caixes (utilitzat a la secció de selecció i encaix).

Són necessaris sis senyals d'entrada i dos de sortida.

Els senyals d'entrada són:

- Senyal de peça a l'entrada: Normalment provinent d'un sensor, dona el senyal d'inici de seqüència.

- Condició d'actuació: Se li ha d'indicar a cada separador quina condició ha de tenir la peça per a ser separada.
- Senyal de sortida de peça: Normalment prové d'un sensor i informa de que la peça ja ha sortit i el braç pot retornar a la seva posició inicial.
- Mode manual: És el senyal que indica si l'estació treballa en mode manual o automàtic.
- Senyal "Start": És el senyal d'encesa del separador i de la cinta, si està en mode manual.
- Senyal "Stop": Amb aquest senyal el separador torna a la posició de repòs i para la cinta, si es troba en mode manual.

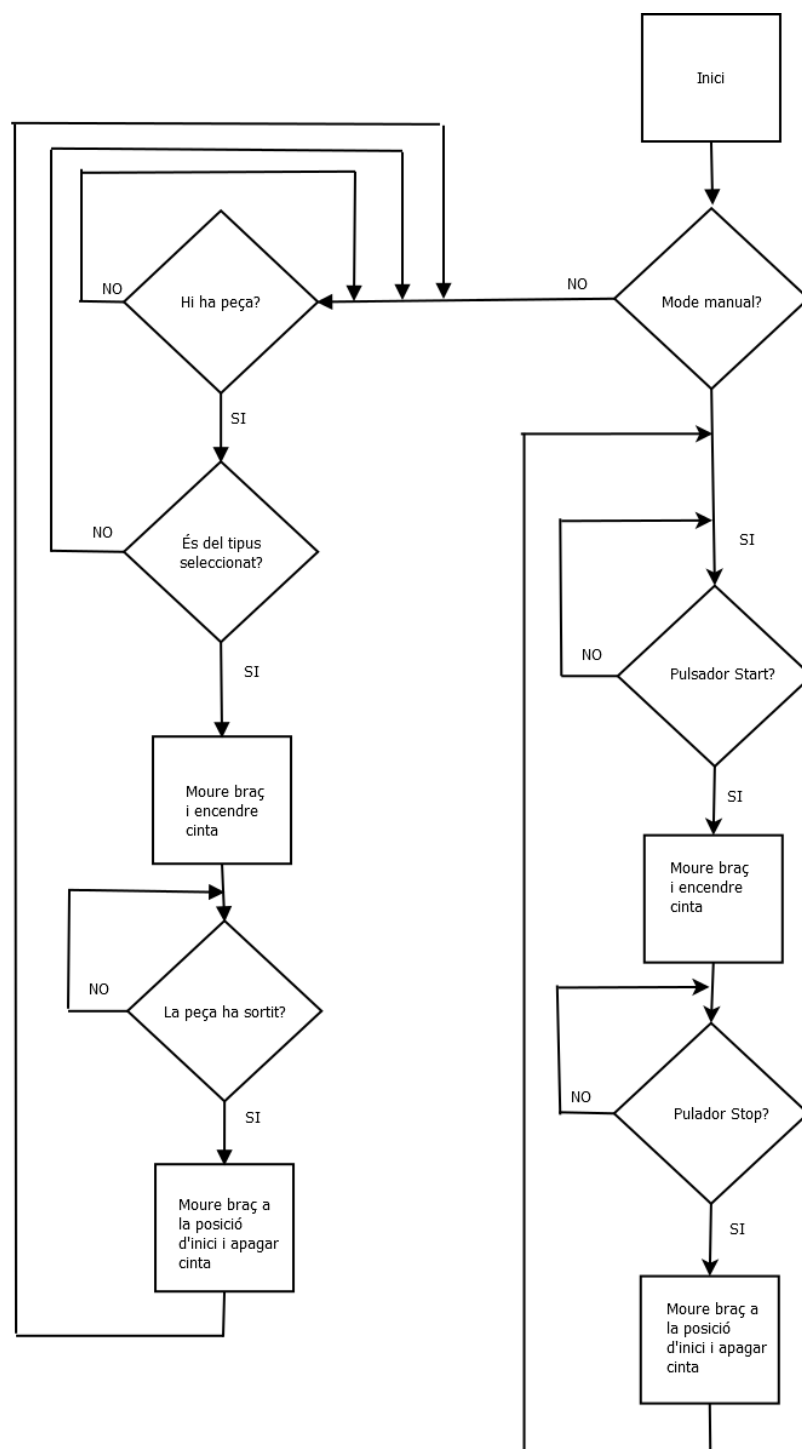


Figura 3.25- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció separador.

3.5.2.6. Conjunt paletitzadora

La paletitzadora emmagatzema les caixes en palets llestos per a la seva distribució. S'han fet un total de tres esquemes de decisió per tal d'explicar el funcionament del sistema.

Primerament, com tots els altres conjunts s'ha de veure si la zona treballa en mode manual o automàtic (Figura 3.35).

Quan treballa en mode automàtic es desenvolupen dos processos alhora: la col·locació de caixes a la paletitzadora i el posicionament del paletitzadora. Són dos processos que estan entrelaçades entre elles, agafant dades d'una i a l'altre per a aconseguir l'objectiu comú final.

Primerament, si observem la figura 3.32 podem veure el procés de col·locació de caixes. En aquest procés són necessaris dos comptadors que s'inicialitzen a 0 a l'inici. Com que les caixes s'han de col·locar primerament verticals i posteriorment horitzontals hi ha un actuador que s'ha anomenat "gir" que al activar-se fa que quan les caixes són transportades per la cinta de la paletitzadora canviïn de posició (veure figura 3.26). A l'esquema de la programació es pot observar que el primer bloc de decisió mira si aquest actuador està actiu o no ja que en el primer bloc de caixes es situaran verticals i en el segon horitzontal. Si anem seguint el flux de treball aquest actuador no estarà actiu ja que s'inicialitza a 0.



Figura 3.26- (Esq.) Gir desactivat. (Drt.) Gir activat.

El primer dispositiu que s'activa és la cinta, per tal d'entrar les caixes. Per veure que entra una caixa es llegeix el sensor d'entrada i el contador de caixes incrementa. Després es mira si ja hi han dues caixes a l'interior i si no hi han s'espera fins a que entri una altre. Quan el contador ja és dos la cinta para i s'activa l'actuador de introduir una fila al plat (veure figura 3.27).



Figura 3.27- Actuador de fila de la paletitzadora.

Quan l'actuador ha arribat al límit de recorregut (llegint el seu estat) es desactiva i retorna al seu punt d'inici. Això vol dir que ja té una fila col·locada i el comptador de files incrementa. Mentre el comptador no sigui igual a 3, és a dir, no hi ha tres files fetes encara, el procés retorna fins on s'encén la cinta i es van formant files. Quan el comptador arriba a 3 significa que ja té el primer conjunt de caixes preparat per a dipositar al palet (veure figura 3.28).



Figura 3.28- Caixes preparades per a dipositar al palet.

Com que ja s'han col·locat totes les caixes que han d'anar horitzontals s'activa l'actuador de gir.

Les caixes col·locades al plat estan mal posicionades i el següent procés és posar-les correctament. Per això hi ha un actuador format per dues pales que comprimeix les caixes agafant-les. Així doncs el següent pas és activar aquest actuador (veure figura 3.29).

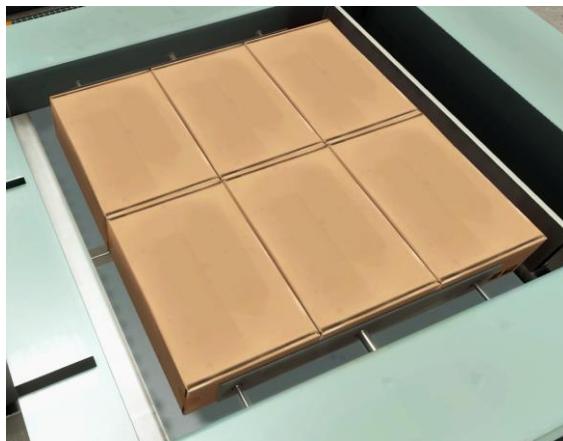


Figura 3.29- Actuador de posicionar caixes a sobre el palet.

Després es llegeix l'estat d'aquest actuador per a veure si ja estan posicionades. Quan ja ho estan vol dir que estan preparades per a ser depositades al palet però primer es llegeix si l'estat del palet és correcte. Quan el palet ja està situat s'obre la comporta inferior (anomenada plat) i les caixes cauen al palet (veure figura 3.30). Per a poder tancar el plat, l'elevador ha de fer un moviment cap a baix suau. La posició del palet ha de ser exacte per tal de que el plat tanqui però les caixes quedin arran del plat. Així quan es dipositin el següent conjunt de caixes no cauran a una distància elevada i el risc de que no es quedin correctament es minimitza.

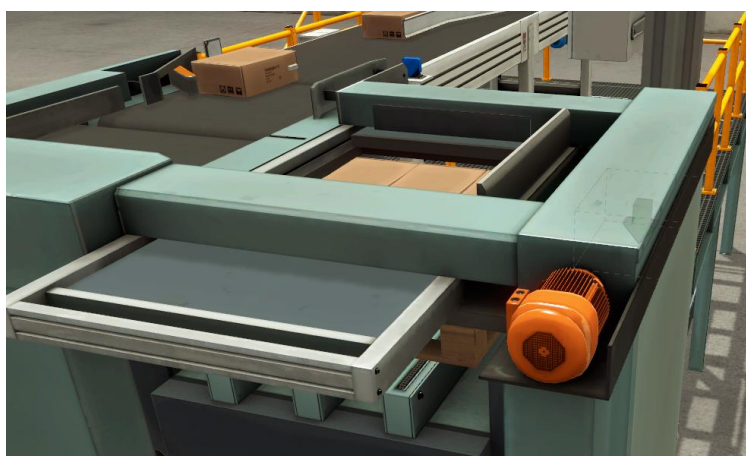


Figura 3.30- Comporta inferior o plat de la paletitzadora.

Així doncs, quan el palet ja està ubicat una posició més a baix, es tanca el plat i el posicionador retorna al seu punt d'inici. El posicionador no es desactiva fins a aquest punt ja que sinó les caixes es poden moure de lloc quan el plat s'obre. Després es mira si el palet ja està complet. En aquest cas,

només hi ha sis caixes i per tant no està complet. Així que torna fins al principi de la rutina però aquest cop el gir està activat. Així que ara les caixes entraran horitzontalment i s'hauran de fer dues files de 3 caixes cada una (veure figura 3.31).

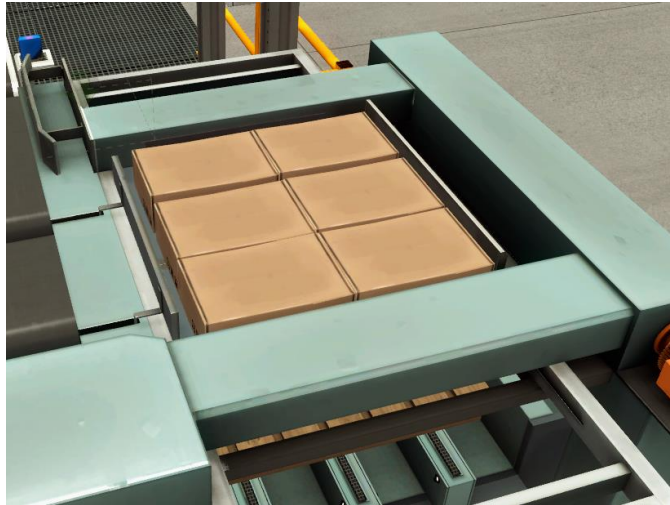


Figura 3.31- Segon conjunt de caixes posicionades horitzontalment.

La rutina per col·locar les caixes d'aquesta manera és molt semblant a l'anterior però els comptadors tenen un límit diferent.

Quan el comptador de files és igual a 2 es repeteix el procés per dipositar les caixes a sobre el palet. Però en aquest punt el palet ja està llest per a sortir així que la rutina retorna fins a l'inici i inicialitza totes les variables a 0. Mentre el palet és portat a la sortida aquest procés segueix endavant ja que el temps de realització és més elevat que el procés de l'elevador i en tot cas la paletitzadora esperaria a que el palet estigués al lloc correcte.

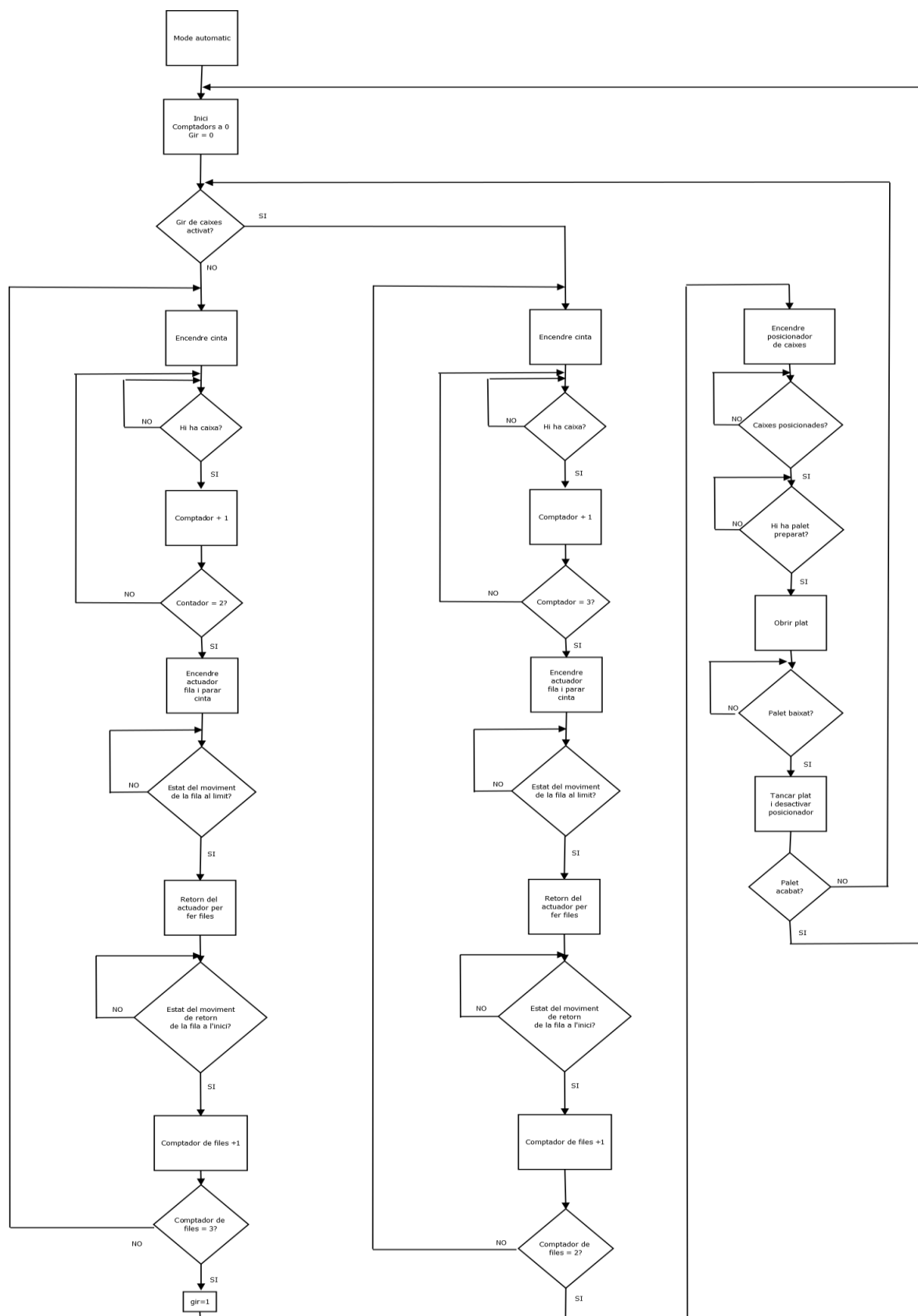


Figura 3.32- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 1.

A la figura 3.34 es pot observar l'esquema de l'elevador de la paletitzadora que treballa paral·lelament amb el posicionat de caixes. Primer de tot s'ha de llegir el sensor per a veure si hi ha un palet a l'interior o no. Si no n'hi ha s'encenen els rodells transportadors de l'interior de l'elevador fins a que es detecti un palet correctament entrat.



Figura 3.32- Entrada del palet a l'elevador de la paletitzadora.

Llavors es desactiven els rodells transportadors. En aquest punt, el palet es transporta fins al punt de recollida de les caixes portant a l'elevador fins al límit de recorregut en direcció a munt. Quan ja està situat s'espera fins a que les caixes ja estan dipositades (s'entén com a dipositades quan el plat s'ha obert). Quan el primer grup de caixes ja estan al palet, l'elevador baixa de posició suaument per tal de que el plat pugui tancar però les caixes no caiguin. Com que el palet no està complert retorna a l'espera de que es dipositin el segon grup de caixes. Quan ja estan dipositades el palet ja està complert, i l'elevador farà baixar el palet fins a la posició inicial. I els rodells transportadors s'activaran fins que el palet hagi sortit i n'hagi entrat un altre per a seguir el procés.

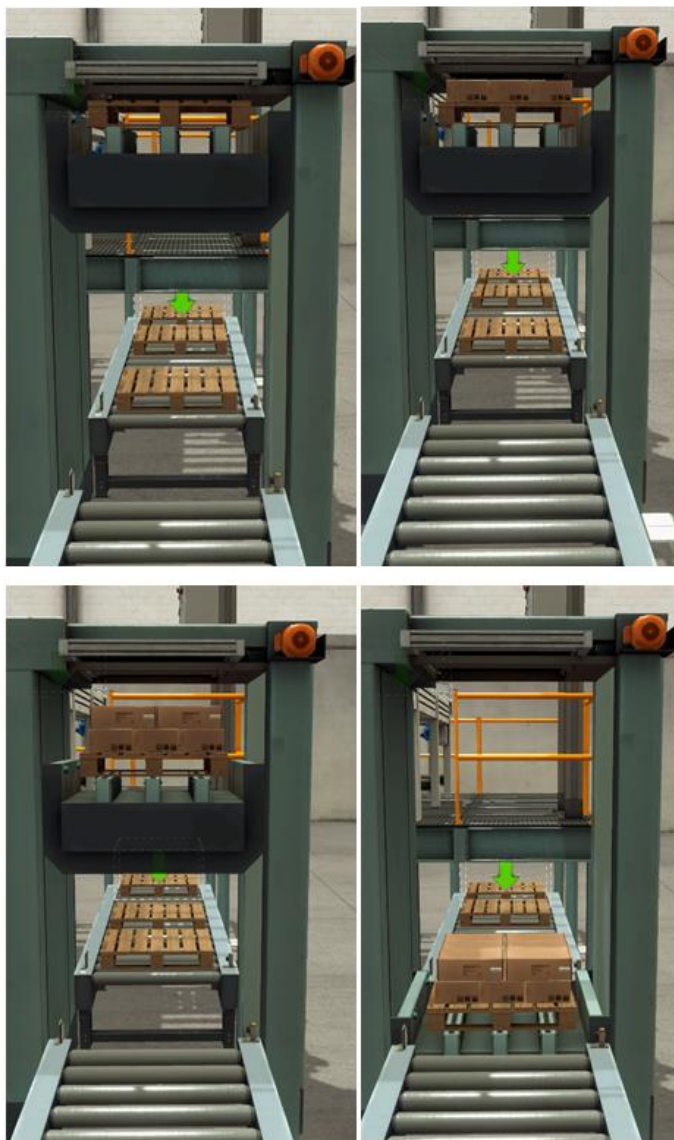


Figura 3.33- (Esq. Superior) Palet posicionat per fer la primera recollida de caixes. (Drt. Superior) Moviment cap a baix de l'elevador. (Esq. Inferior) Moviment cap a baix del palet complet. (Drt. Inferior) Sortida del palet complet.

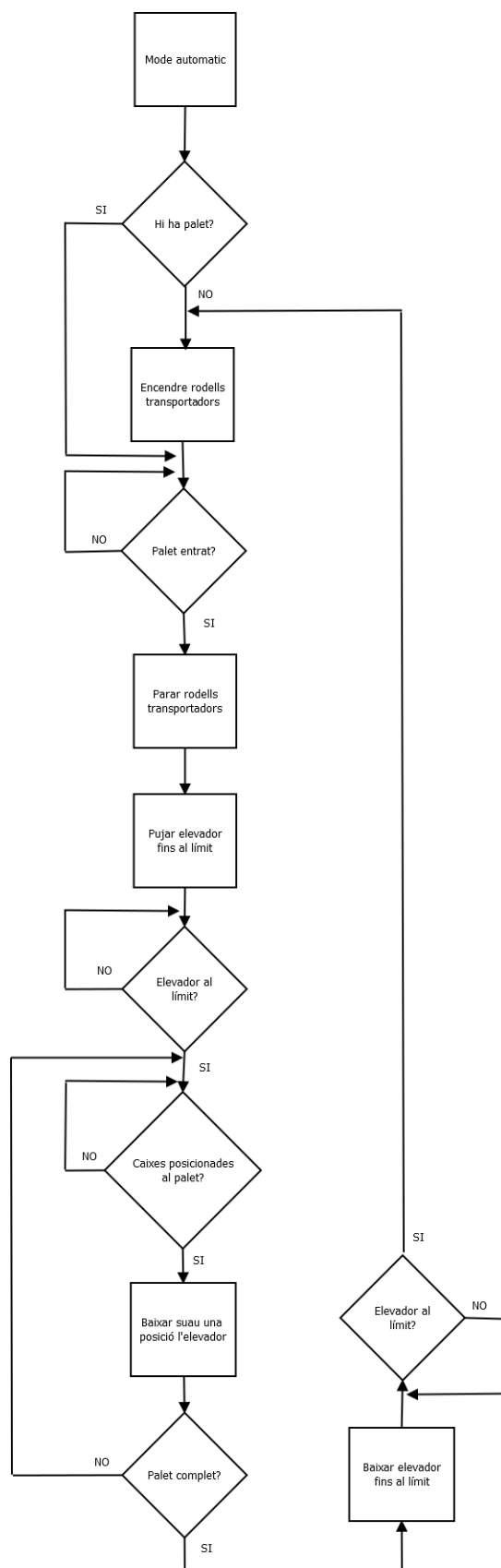


Figura 3.34- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 2.

Quan la zona treballa en mode manual, el comportament del sistema es pot observar a la figura 3.35. Per a cada actuator hi ha un pulsador per activar i un per a desactivar.

- L'actuator de la fila per defecte estarà desactivat, però quan es polsi el pulsador de "Start" l'actuator s'activarà. Quedarà activat fins a que es polsi el pulsador de "Stop".
- La cinta transportadora per defecte estarà desactivada, però quan es polsi el pulsador de "Start" la cinta s'encendrà. Estarà en marxa fins a que es polsi el pulsador de "Stop".
- El gir, el plat, el posicionador i els rodells transportadors de l'elevador treballaran igual que els dos anteriors.
- En canvi, per fer pujar i baixar l'elevador s'ha situat un seleccionador de tres posicions per escollir si el moviment es vol fer cap a dalt o cap a baix i una posició 0 de no moviment. A més a més s'ha situat un pulsador que al polsar el moviment s'activarà i quan es deixi de polsar l'elevador pararà. D'aquesta manera permet al operari controlar la posició de l'elevador i també serveix com a mida de seguretat. Quan l'operari estigui polsant el pulsador l'elevador estarà en moviment però l'operari estarà obligat a seguir polsant i no podrà acostar-se a l'elevador.

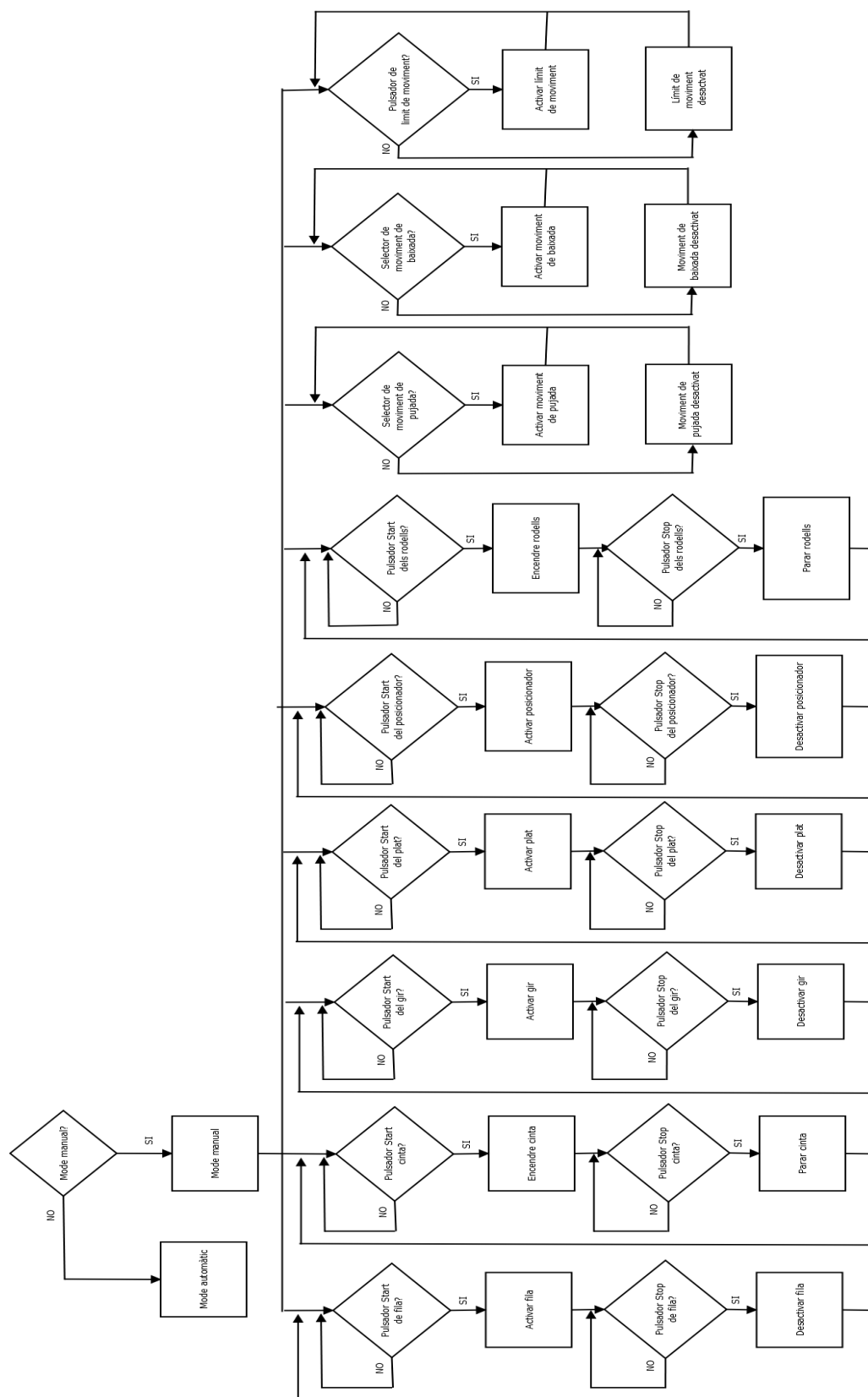


Figura 3.35- Diagrama de decisió del funcionament de la programació de la funció paletitzadora part 3.

4. Probes i resultats

S'han realitzat un conjunt de probes per a verificar el correcte funcionament de l'automatització. Seguint el protocol de probes FAT (probes de fàbrica) i SAT (probes de lloc).

4.1. Probes

Les probes que s'han fet són:

- Probes dels equips:
Aquesta prova assegura que el sistema estigui correctament configurat. S'inclouen verificacions visuals de l'equip, verificacions dels esquemes i comprovacions de capacitat d'expansió.
- Probes de funcionalitat:
Les probes de funcionalitat verifiquen rigorosament el funcionament dels dispositius, tant a nivell col·lectiu com individual, i també dels elements. A nivell d'intercanvi de dades, d'emmagatzematge i de recuperació d'informació. A més a més es verificarà que el software estigui correctament dimensionat i que la gestió de la memòria de dades sigui la correcta. També probes de la comunicació (que no hi hagin retards, etc).
- Probes de senyals:
Aquestes probes analitzen tots i cada un dels senyals del sistema. Verificant la correcta resposta un per un. Exercitant el sistema amb entrades, sortides, esdeveniments i condicions.
- Probes dels dispositius de la simulació:
S'ha comprovat el correcte posicionament de tots els dispositius situats a cada escena. Les distàncies de detecció dels sensors, la inclinació dels dispositius, la continuïtat dels sistemes, etc. Així com la funcionalitat d'aquests.
- Probes d'estabilitat:
Aquesta prova consisteix en fer treballar el sistema durant quatre hores per tal de verificar el funcionament, detectar possibles errors de comunicació, de retards, etc.

- Probes no estructurades:
En aquest apartat, s'han realitzat probes específiques de funcionalitat.
- Proba d'alarmes:
S'ha realitzat una prova de funcionament de les alarmes, forçant el sistema per a que doni estat d'alarma.

4.2. Resultats

- Resultats de les probes dels equips:
El resultat ha sigut satisfactori, s'han comprovat els esquemes, les configuracions dels dos softwares, s'ha retocat la memòria del PLC virtual per si el programa es vol expandir en un futur, i les llicències i els softwares treballen correctament.
- Resultats de les probes de funcionalitat:
S'han comprovat un per un els blocs funcionals de cada dispositius per a verificar el seu funcionament. S'han trobat línies de programació que es podien eliminar i s'ha aconseguit simplificar els programes. Descarregant de volum el PLC i alleugerint el programa. L'intercanvi de dades ha resultat ser correcte tot i que gràcies a aquesta prova s'ha detectat una posició de memòria incorrecte que ocasionava que un pulsador no funcionés. La comunicació també ha resultat ser correcte.
- Resultats de les probes de senyals
En aquesta prova s'han forçat tots els senyals des del programa de simulació per tal de veure la reacció de la programació del PLC. Els resultats han sigut satisfactoris és a dir, el PLC ha llegit correctament tots els senyals i ha donat una resposta correcte en cada cas.
També s'ha fet la prova a l'inrevés i s'han activat tots els dispositius de sortida del PLC i el software de simulació ha respost satisfactòriament.
- Resultats de les probes dels dispositius de la simulació
S'ha analitzat el comportament de cada element i s'han fet els canvis pertinents per tal de millorar el funcionament. Per exemple, s'ha desplaçat un sensor fotoelèctric de la zona 2 per tal de millorar el temps de funcionament d'una cinta.

- Resultat de les proves d'estabilitat
Per a veure el rendiment a llarg termini s'ha deixat treballant cada zona 4 hores per a veure si treballa correctament. El resultat ha sigut satisfactori. Les zones treballaven igual de bé que al començament del programa.

- Resultat de les proves no estructurades
En aquest punt s'han fet proves com desplaçar les caixes muntades per la cinta per veure com respon el procés. No ha pertorbat el sistema i ha seguit endavant. També s'ha fet passar per els sensors de visió un material que no fos el establert i els separadors no han respost. Aconseguint així, que si entra una caixa defectuosa el sistema l'envia al final de la cinta 11 on s'ha col·locat la recollida de objectes defectuosos.

- Resultat de les proves d'alarmes
S'ha forçat el sistema a donar alarma polsant el polsador d'emergència. Tots els actuadors s'han posat a 0 i l'estat de la zona ha passat a error. S'ha provat a les tres zones existents.

5. Normativa

La normativa que s'ha seguit per a desenvolupar el projecte és la següent:

5.1. Normativa general

- PNE 157 001 (març del 2001). A aquesta normativa es defineixen els criteris generals per l'elaboració de projectes.

5.2. Normativa d'autòmats programables

- IEC 61131. Descriu un conjunt de normes i informes amb l'objectiu d'estandarditzar els autòmats programables. Aquesta norma la formen un conjunt de vuit documents:
 - Part 1: Informació general. (2003)
 - Part 2: Especificacions i assajos dels equips. (2007)
 - Part 3: Llenguatges de programació. (2003)
 - Part 4: Guies d'usuari. (2004)
 - Part 5: Comunicacions. (2000)
 - Part 6: Seguretat funcional. (2012)
 - Part 7: Programació de control difús. (2000)
 - Part 8: Directrius per l'aplicació i implementació dels llenguatges de programació. (2003)

5.3. Normativa d'energies renovables i eficiència energètica

- Directiva 2006/32/CE. Aquestes directrius tenen com a objectiu fomentar la millora de l'eficiència energètica en els sistemes finals.

5.4. Normativa de seguretat

- Norma IEC 61310 (2008). Aquesta norma especifica els requisits el sistema en l'àmbit visual, audibles i tàctils. Defineix un sistema de colors, advertències i senyals de seguretat per indicar situacions perilloses i d'emergència.
- ISO 8201 (2017). Defineix els requeriments d'un sistema per modelar els sistemes d'alarmes.

6. Anàlisi de l'impacte ambiental

Com que aquest treball és purament de software s'ha procurat minimitzar el funcionament de cada element per a que el consum d'energia fos mínim. Per exemple totes les cintes treballen el mínim de temps. Les del tipus entrada només funcionen quan han de col·locar una peça al final del recorregut i les cintes de sortida només funcionen quan detecten que ha entrat una peça i paren quan ja ha sortit.

Tots els dispositius retornen al punt de repòs quan no han d'entrar en funcionament i els actuadors només s'activen quan és imprescindible.

Com ha futur pla d'acció per minimitzar l'impacte ambiental, en el cas de que en algun moment es possés en marxa la planta, s'hauria de revisar que els elements compleixin les normatives actuals. També, en cas d'averia, que es tingui en compte un fàcil tractament dels residus generats. Al haver operaris treballant en la pròpia planta, al costat de les màquines en funcionament, s'haurien de buscar elements amb un baix nivell de soroll acústic per la seguretat i el benestar dels operaris, així com, informar-los i protegir-los amb els equips de protecció adients.

Conclusions

En el desenvolupament d'aquest treball s'ha aconseguit automatitzar una planta industrial fent simulacions. Aquest control de la planta, tant manual com automàtic, s'ha programat de forma pràctica, intuïtiva i estructurada, gràcies a la creació dels blocs de funcions que han minimitzat la programació a nivell de secció simplificant molt el treball. A més a més, d'aquesta forma el programa es deixa preparat per a futures ampliacions.

També cal destacar que el disseny de la planta ha sigut satisfactori ja que s'han pogut desenvolupar tots els processos de forma fluïda i estable. Dins del mar d'opcions de dispositius, posicions, mides, ..., s'han escollit uns elements que han sigut capaços de dur a terme l'objectiu.

El conjunt del treball ha sigut molt complert, però deixa moltes portes obertes per seguir desenvolupant sistemes i millorant els existents per tal d'augmentar la producció i l'eficàcia.

A l'autora aquest treball, l'hi ha aportat un gran aprenentatge tant a nivell de programació, com de disseny i de documentació tècnica. També cal destacar que ha après a programar PLC de SCHNEIDER i que l'aprenentatge ha sigut bastant complex.

Finalment, es pot concloure que s'han assolit satisfactòriament tots els requisits del sistema i que s'han complert tots els objectius.

Memòria Econòmica

Per a comptabilitzar el cost del desenvolupament del projecte s'han separat per tasques principals. Com que aquest treball és purament programació i disseny no hi ha costos materials.

	Preu	Temps	Import sense IVA	Import amb IVA
Anàlisis del problema	30 €/h	40 h	1200,00 €	1452,00 €
Disseny	30 €/h	140 h	4200,00 €	5082,00 €
Implementació	30 €/h	160 h	4800,00 €	5808,00 €
Elaboració de la memòria i documentació	30 €/h	105 h	3150,00 €	3811,50 €
TOTAL amb IVA				16.153,50 €

S'han comptabilitzat les hores dedicades a cada tasca. Com es pot veure el gruix d'aquest treball és el disseny i la implementació. En aquests apartats s'inclouen el disseny de tota la planta, contemplant les posicions de tots els dispositius, la selecció d'aquests, etc. I també la implementació, és a dir, la programació del PLC, la definició de les variables, etc.

S'ha aplicat un 21% d'IVA ja que es considera que la persona que ha desenvolupat el projecte està contractada com a enginyera d'una empresa externa.

Així doncs el desenvolupament d'aquest projecte té un cost total de 16.153,50 €.

Bibliografia

- [1] Iec, "Programmable controllers-Part 1: General information Automates programmables-Partie 1: Informations générales including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher."
- [2] REAL GAMES, "FACTORY I/O MANUAL," 2018. [Online]. Available: <https://factoryio.com/docs/manual/>. [Accessed: 20-May-2018].
- [3] N. Shcherbakov and F. Trishyn, "DEVELOPMENT OF A VIRTUAL 3D-SIMULATOR OF THE FEED PELLETING TECHNOLOGICAL PROCESS," 2014.
- [4] F. M. Martín, "Entornos Integrados de Automatización," 2006.
- [5] "Sécurité des machines-Indication, marquage, manoeuvre Partie 2: Exigences pour le marquage Safety of machinery-Indication, marking and actuation-Part 2: Requirements for marking," 2007.
- [6] Instituto Schneider Electric de Formación, "Manual Unity Pro," 2008. [Online]. Available: http://lra.unileon.es/sites/lra.unileon.es/files/Documents/plc/Unity_Pro/Manuales_Unity/Manual_Unity.pdf.

Annex A

A1. Programa del PLC

Secció INPUTS

```
(* --INPUTS Z1--*)

Z1_FOTO1_I := %M0;
Z1_FOTO2_I := %M1;
Z1_FOTO3_I := %M2;
Z1_FOTO4_I := %M3;
Z1_FOTO5_I := %M4;
Z1_FOTO6_I := %M5;
Z1_FOTO7_I := %M6;
Z1_R1_E_ERROR := %M8;
Z1_R1_E_PORTA := %M9;
Z1_R1_E_PROCES := %M10;
Z1_R2_E_ERROR := %M11;
Z1_R2_E_PORTA := %M12;
Z1_R2_E_PROCES := %M13;
FACTORY_PAUSED := %M14;
FACTORY_RESET := %M15;
FACTORY_RUNNING := %M16;
Z1_CINTA1_START := %M17;
Z1_CINTA1_STOP := %M18;
Z1_CINTA2_START := %M19;
Z1_CINTA2_STOP := %M20;
Z1_CINTA3_START := %M21;
Z1_CINTA3_STOP := %M22;
Z1_CINTA5_START := %M23;
Z1_CINTA5_STOP := %M24;
Z1_CINTA6_START := %M25;
Z1_CINTA6_STOP := %M26;
Z1_CINTA7_START := %M27;
Z1_CINTA7_STOP := %M28;
Z1_MANUAL := %M29;
Z1_AUTOMATIC := %M30;
Z1_RESET := %M31;
Z1_STOP_EMERGENCIA := %M32;

Z1_R1_E_PROGRES := %MW0;
Z1_R2_E_PROGRES := %MW1;
Z1_VISIO1_I := %MW2;
Z1_VISIO2_I := %MW3;

(* --INPUTS Z2--*)

Z2_DIF1_I := %M1000;
Z2_DIF2_I := %M1001;
Z2_DIF3_I := %M1002;
Z2_FOTO8_I := %M1003;
Z2_POSICIONADOR1_EX_I := %M1004;
Z2_POSICIONADOR1_EZ_I := %M1005;
Z2_POSICIONADOR2_EX_I := %M1006;
Z2_POSICIONADOR2_EZ_I := %M1007;
Z2_PP1_EX_I := %M1008;
Z2_PP1_EZ_I := %M1009;
Z2_PP1_EGRIP_I := %M1010;
Z2_DIF4_I := %M1011;
Z2_DIF5_I := %M1012;
```

```

Z2_CINTA10_START:=%M1014;
Z2_CINTA10_STOP:=%M1015;
Z2_CINTA11_START:=%M1016;
Z2_CINTA11_STOP:=%M1017;
Z2_SEPARADOR1_START:=%M1018;
Z2_SEPARADOR1_STOP:=%M1019;
Z2_SEPARADOR2_START:=%M1020;
Z2_SEPARADOR2_STOP:=%M1021;
Z2_SEPARADOR3_START:=%M1022;
Z2_SEPARADOR3_STOP:=%M1023;
Z2_SEPARADOR4_START:=%M1024;
Z2_SEPARADOR4_STOP:=%M1025;
Z2_POSICIONADOR1_START:=%M1026;
Z2_POSICIONADOR1_STOP:=%M1027;
Z2_POSICIONADOR2_START:=%M1028;
Z2_POSICIONADOR2_STOP:=%M1029;
Z2_PP1_START:=%M1030;
Z2_PP1_STOP:=%M1031;
Z2_CINTA8_START:=%M1032;
Z2_CINTA8_STOP:=%M1033;
Z2_CINTA9_START:=%M1034;
Z2_CINTA9_STOP:=%M1035;
Z2_MANUAL:=%M1036;
Z2_AUTOMATIC:=%M1037;
Z2_RESET:=%M1038;
Z2_STOP_EMERGENCIA:=%M1039;
Z2_POSICIONADOR2_Z_START:=%M1040;
Z2_DIF6_I:=%M1041;
Z2_POSICIONADOR3_EX_I:=%M1042;
Z2_POSICIONADOR3_EZ_I:=%M1043;
Z2_PP2_EX_I:=%M1044;
Z2_PP2_EZ_I:=%M1045;
Z2_PP2_EGRIP_I:=%M1046;
Z2_FOTO12_I:=%M1047;
Z2_DIF7_I:=%M1048;
Z2_DIF8_I:=%M1049;
Z2_DIF9_I:=%M1050;
Z2_POSICIONADOR4_EX_I:=%M1051;
Z2_POSICIONADOR5_EX_I:=%M1052;
Z2_POSICIONADOR6_EX_I:=%M1053;
Z2_PP3_EX_I:=%M1054;
Z2_PP3_EZ_I:=%M1055;
Z2_PP3_EGRIP_I:=%M1056;
Z2_PP4_EX_I:=%M1057;
Z2_PP4_EZ_I:=%M1058;
Z2_PP4_EGRIP_I:=%M1059;
Z2_PP5_EX_I:=%M1060;
Z2_PP5_EZ_I:=%M1061;
Z2_PP5_EGRIP_I:=%M1062;
Z2_FOTO13_I:=%M1063;
Z2_FOTO14_I:=%M1064;
Z2_FOTO15_I:=%M1065;
Z2_FOTO9_I:=%M1066;
Z2_FOTO10_I:=%M1067;
Z2_FOTO11_I:=%M1068;
Z2_FOTO12_I:=%M1069;
Z2_CINTA12_START:=%M1070;
Z2_CINTA13_START:=%M1071;
Z2_CINTA14_START:=%M1072;
Z2_CINTA15_START:=%M1073;
Z2_CINTA16_START:=%M1074;
Z2_CINTA17_START:=%M1075;
Z2_CINTA18_START:=%M1076;
Z2_CINTA19_START:=%M1077;
Z2_CINTA12_STOP:=%M1078;
Z2_CINTA13_STOP:=%M1079;
Z2_CINTA14_STOP:=%M1080;
Z2_CINTA15_STOP:=%M1081;
Z2_CINTA16_STOP:=%M1082;

```

```

Z2_CINTA17_STOP:=%M1083;
Z2_CINTA18_STOP:=%M1084;
Z2_CINTA19_STOP:=%M1085;
Z2_PP2_START:=%M1086;
Z2_PP3_START:=%M1087;
Z2_PP4_START:=%M1088;
Z2_PP5_START:=%M1089;
Z2_PP2_STOP:=%M1090;
Z2_PP3_STOP:=%M1091;
Z2_PP4_STOP:=%M1092;
Z2_PP5_STOP:=%M1093;
Z2_POSICIONADOR3_START:=%M1094;
Z2_POSICIONADOR4_START:=%M1095;
Z2_POSICIONADOR5_START:=%M1096;
Z2_POSICIONADOR6_START:=%M1097;
Z2_POSICIONADOR3_STOP:=%M1098;
Z2_POSICIONADOR4_STOP:=%M1099;
Z2_POSICIONADOR5_STOP:=%M1100;
Z2_POSICIONADOR6_STOP:=%M1101;

Z2_VISIO1_I:=%MW10;
Z2_VISIO2_I:=%MW11;
(* --INPUTS Z3--*)

Z3_DIF10_I:=%M300;
Z3_FOTO17_I:=%M301;
Z3_FOTO18_I:=%M302;
Z3_PALET1_EMOV_I:=%M303;
Z3_PALET1_EGRIP_I:=%M304;
Z3_PALET1_ENTRAT_I:=%M305;
Z3_PALET1_EFILA_I:=%M306;
Z3_PALET1_EPLAT_I:=%M307;
Z3_CINTA19_START:=%M308;
Z3_CINTA20_START:=%M309;
Z3_CINTA21_START:=%M310;
Z3_CINTA19_STOP:=%M311;
Z3_CINTA20_STOP:=%M312;
Z3_CINTA21_STOP:=%M313;
Z3_PALET1_UP_START:=%M314;
Z3_PALET1_DOWN_START:=%M315;
Z3_PALET1_LIMIT_START:=%M316;
Z3_PALET1_ROLL_START:=%M317;
Z3_PALET1_GRIP_START:=%M318;
Z3_PALET1_PLAT_START:=%M319;
Z3_PALET1_FILA_START:=%M320;
Z3_PALET1_CINTA_START:=%M321;
Z3_PALET1_GIR_START:=%M322;
Z3_PALET1_LIMIT_STOP:=%M323;
Z3_PALET1_ROLL_STOP:=%M324;
Z3_PALET1_GRIP_STOP:=%M325;
Z3_PALET1_PLAT_STOP:=%M326;
Z3_PALET1_FILA_STOP:=%M327;
Z3_PALET1_CINTA_STOP:=%M328;
Z3_PALET1_GIR_STOP:=%M329;
Z3_MANUAL:=%M330;
Z3_AUTOMATIC:=%M331;
Z3_RESET:=%M332;
Z3_STOP_EMERGENCIA:=%M333;
Z3_FOTO19_I:=%M334;

```

Secció Z1_Mecanitzat

```

CINTA_1 (Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        entrada:=TRUE(*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO1_I (*BOOL*),
        Etapa_posterior := Z1_R1_E_PROCES(*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA1_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA1_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA1_O(*BOOL*));

CINTA_2 (Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        entrada:=TRUE(*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO1_I (*BOOL*),
        Etapa_posterior := Z1_R1_E_PROCES(*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA2_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA2_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA2_O(*BOOL*));

CINTA_3 (Sensor_anterior := Z1_FOTO2_I (*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO3_I (*BOOL*),
        entrada:=FALSE(*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA3_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA3_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA3_O(*BOOL*));

BRAC_ROBOTITZAT_1 (TIPO := FALSE(*BOOL*),
        TIPO_MECANITZAT =>Z1_R1_O_TIPO_MECANITZAT(*BOOL*));

CINTA_5 (Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        entrada:=TRUE(*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO5_I (*BOOL*),
        Etapa_posterior := Z1_R2_E_PROCES(*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA5_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA5_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA5_O(*BOOL*));

CINTA_6 (Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        entrada:=TRUE(*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO5_I (*BOOL*),
        Etapa_posterior := Z1_R2_E_PROCES(*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA6_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA6_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA6_O(*BOOL*));

CINTA_7 (Sensor_anterior := Z1_FOTO6_I (*BOOL*),
        entrada:=FALSE(*BOOL*),
        Sensor_posterior :=Z1_FOTO7_I (*BOOL*),
        Manual := Z1_MANUAL(*INT*),
        Start := Z1_CINTA7_START(*BOOL*),
        Stop := Z1_CINTA7_STOP(*BOOL*),
        Running => Z1_CINTA7_O(*BOOL*));

BRAC_ROBOTITZAT_2 (TIPO := TRUE(*BOOL*),
        TIPO_MECANITZAT =>Z1_R2_O_TIPO_MECANITZAT(*BOOL*));

IF estat_z1=0 THEN

    Z1_E_ON:=TRUE;
    Z1_LLUM_EMERGENCIA:=FALSE;
    Z1_E_ERROR:=FALSE;

    IF NOT Z1_STOP_EMERGENCIA THEN
        Z1_E_ON:=FALSE;
        Z1_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
        Z1_E_ERROR:=TRUE;
        estat_z1:=1;
    END_IF;
END_IF;

IF estat_z1=1 THEN

    Z1_E_ON:=FALSE;
    Z1_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
    Z1_E_ERROR:=TRUE;

    IF Z1_STOP_EMERGENCIA AND Z1_RESET THEN
        estat_z1:=0;
    END_IF;
END_IF;

```


Secció Z2_Selecció

```

CINTA_8 (Sensor_posterior := NOT Z2_DIF1_I (*BOOL*),
        Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        Etapa_posterior := POSICIONADOR_1.etapa>2 or pp_0.etapa>0 (*BOOL*),
        Entrada := TRUE (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        Start := Z2_CINTA8_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_CINTA8_STOP (*BOOL*),
        Running => Z2_CINTA8_O (*BOOL*));

CINTA_9 (Sensor_posterior := NOT Z2_DIF2_I (*BOOL*),
        Sensor_anterior := TRUE (*BOOL*),
        Etapa_posterior := (POSICIONADOR_2.etapa<5 AND POSICIONADOR_2.etapa>2) or pp_0.etapa>0 (*BOOL*),
        Entrada := TRUE (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        Start := Z2_CINTA9_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_CINTA9_STOP (*BOOL*),
        Running => Z2_CINTA9_O (*BOOL*));

CINTA_10 (Sensor_posterior := Z2_FOTO8_I OR Z2_FOTO9_I OR Z2_FOTO10_I OR Z2_FOTO11_I (*BOOL*),
        Sensor_anterior := Z2_DIF3_I (*BOOL*),
        Entrada := FALSE (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        Start := Z2_CINTA10_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_CINTA10_STOP (*BOOL*),
        Running => Z2_CINTA10_O (*BOOL*));

CINTA_11 (Sensor_posterior := Z2_FOTO8_I (*BOOL*),
        Sensor_anterior := Z2_DIF3_I (*BOOL*),
        Entrada := FALSE (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        Start := Z2_CINTA11_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_CINTA11_STOP (*BOOL*),
        Running => Z2_CINTA11_O (*BOOL*));

POSICIONADOR_1 (MANUAL := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        sensor_anterior := Z2_DIF4_I (*BOOL*),
        estat_x := Z2_POSICIONADOR1_EX_I,

        entrada := FALSE (*BOOL*),
        MOVX => Z2_POSICIONADOR1_X_O (*BOOL*),
        MOVZ => Z2_POSICIONADOR1_Z_O (*BOOL*),
        Start := Z2_POSICIONADOR1_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_POSICIONADOR1_STOP (*BOOL*));

POSICIONADOR_2 (MANUAL := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        sensor_anterior := Z2_DIF5_I (*BOOL*),
        etapa_anterior := PP_0.assemblat (*BOOL*),
        entrada := TRUE (*BOOL*),
        sensor_posterior := Z2_DIF3_I,
        estat_Z := Z2_POSICIONADOR2_EZ_I,
        estat_X := Z2_POSICIONADOR2_EX_I (*BOOL*),
        MOVX => Z2_POSICIONADOR2_X_O (*BOOL*),
        MOVZ => Z2_POSICIONADOR2_Z_O (*BOOL*),
        Start := Z2_POSICIONADOR2_START (*BOOL*),
        Start_Z := Z2_POSICIONADOR2_Z_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_POSICIONADOR2_STOP (*BOOL*));

PP_0 (manual := Z2_MANUAL (*BOOL*),
        base_ok := POSICIONADOR_2.posicionat,
        tapa_ok := POSICIONADOR_1.posicionat,
        estat_X := Z2_PP1_EX_I (*BOOL*),
        estat_Z := Z2_PP1_EZ_I (*BOOL*),
        estat_GRIP := Z2_PP1_EGRIP_I (*BOOL*),
        MOVX => Z2_PP1_X_O (*BOOL*),
        MOVZ => Z2_PP1_Z_O (*BOOL*),
        MOVGRIP => Z2_PP1_GRIP_O (*BOOL*),
        Start := Z2_PP1_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_PP1_STOP (*BOOL*));

SEPARADOR_1 (Sensor_visio := CAIXA (*INT*),
        Sensor_posterior := Z2_FOTO8_I (*BOOL*),
        Blau := 1 (*INT*),
        Running => Z2_SEPARADOR1_O (*BOOL*),
        Running_cinta => Z2_SEPARADOR1_CINTA_O (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL,
        Start := Z2_SEPARADOR1_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_SEPARADOR1_STOP (*BOOL*));

SEPARADOR_2 (Sensor_visio := CAIXA (*INT*),
        Sensor_posterior := Z2_FOTO9_I (*BOOL*),
        Blau := 2 (*INT*),
        Running => Z2_SEPARADOR2_O (*BOOL*),
        Running_cinta => Z2_SEPARADOR2_CINTA_O (*BOOL*),
        Manual := Z2_MANUAL,
        Start := Z2_SEPARADOR2_START (*BOOL*),
        Stop := Z2_SEPARADOR2_STOP (*BOOL*));

```

```

SEPARADOR_3 (Sensor_visio := CAIXA(*INT*),
             Sensor_posterior := Z2_FOTO10_I(*BOOL*),
             Blau := 3(*INT*),
             Running => Z2_SEPARADOR3_O(*BOOL*),
             Running_cinta => Z2_SEPARADOR3_CINTA_O(*BOOL*),
             Manual:=Z2_MANUAL,
             Start := Z2_SEPARADOR3_START(*BOOL*),
             Stop := Z2_SEPARADOR3_STOP(*BOOL*));

SEPARADOR_4 (Sensor_visio := CAIXA(*INT*),
             Sensor_posterior := Z2_FOTO11_I(*BOOL*),
             Blau := 4(*INT*),
             Running => Z2_SEPARADOR4_O(*BOOL*),
             Running_cinta => Z2_SEPARADOR4_CINTA_O(*BOOL*),
             Manual:=Z2_MANUAL,
             Start := Z2_SEPARADOR4_START(*BOOL*),
             Stop := Z2_SEPARADOR4_STOP(*BOOL*));

POSICIONADOR_3 (MANUAL := Z2_MANUAL(*BOOL*),
               sensor_anterior :=Z2_DIF6_I(*BOOL*),
               entrada := FALSE(*BOOL*),
               estat_X :=Z2_POSICIONADOR3_EX_I(*BOOL*),
               MOVX =>Z2_POSICIONADOR3_X_O(*BOOL*),
               Start := Z2_POSICIONADOR3_START(*BOOL*),
               Stop := Z2_POSICIONADOR3_STOP(*BOOL*),
               MOVZ => Z2_POSICIONADOR3_Z_O(*BOOL*));

CINTA_12 (Sensor_posterior := PP_2.etapa<3(*BOOL*),
          Sensor_anterior := SEPARADOR_1.Proces=0 AND Z2_FOTO8_I(*BOOL*),
          Etapa_posterior := FALSE(*BOOL*),
          Entrada := FALSE(*BOOL*),
          Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
          Start := Z2_CINTA12_START(*BOOL*),
          Stop := Z2_CINTA12_STOP(*BOOL*),
          Running => Z2_CINTA12_O(*BOOL*));

PP_2 (manual :=Z2_MANUAL(*BOOL*),
      base_ok:= NOT Z2_FOTO12_I,
      tapa_ok:=POSICIONADOR_3.posicionat,
      estat_X := Z2_PP2_EX_I(*BOOL*),
      estat_Z := Z2_PP2_EZ_I(*BOOL*),
      estat_GRIP :=Z2_PP2_EGRIP_I(*BOOL*),
      MOVX => Z2_PP2_X_O(*BOOL*),
      MOVZ => Z2_PP2_Z_O(*BOOL*),
      MOVGRIP => Z2_PP2_GRIP_O(*BOOL*));

CINTA_16 (Sensor_posterior :=Z2_FOTO12_I(*BOOL*),
          Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
          Etapa_posterior := CTU_0.CV<3(*BOOL*),
          Entrada := TRUE(*BOOL*),
          Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
          Start := Z2_CINTA16_START(*BOOL*),
          Stop := Z2_CINTA16_STOP(*BOOL*),
          Running => Z2_CINTA16_O(*BOOL*));

CINTA_13 (Sensor_posterior := PP_3.etapa<3(*BOOL*),
          Sensor_anterior := SEPARADOR_2.Proces=0 AND Z2_FOTO9_I(*BOOL*),
          Etapa_posterior := FALSE(*BOOL*),
          Entrada := FALSE(*BOOL*),
          Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
          Start := Z2_CINTA13_START(*BOOL*),
          Stop := Z2_CINTA13_STOP(*BOOL*),
          Running => Z2_CINTA13_O(*BOOL*));

CINTA_14 (Sensor_posterior := PP_4.etapa<3(*BOOL*),
          Sensor_anterior := SEPARADOR_3.Proces=0 AND Z2_FOTO10_I(*BOOL*),
          Etapa_posterior := FALSE(*BOOL*),
          Entrada := FALSE(*BOOL*),
          Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
          Start := Z2_CINTA14_START(*BOOL*),
          Stop := Z2_CINTA14_STOP(*BOOL*),
          Running => Z2_CINTA14_O(*BOOL*));

CINTA_15 (Sensor_posterior := PP_5.etapa<3(*BOOL*),
          Sensor_anterior := SEPARADOR_4.Proces=0 AND Z2_FOTO11_I(*BOOL*),
          Etapa_posterior := FALSE(*BOOL*),
          Entrada := FALSE(*BOOL*),
          Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
          Start := Z2_CINTA15_START(*BOOL*),
          Stop := Z2_CINTA15_STOP(*BOOL*),
          Running => Z2_CINTA15_O(*BOOL*));

```

```

CINTA_17 (Sensor_posterior :=Z2_FOTO13_I (*BOOL*),
Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
Etapla_posterior := CTU_1.CV<3 (*BOOL*),
Entrada := TRUE(*BOOL*),
Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z2_CINTA17_START(*BOOL*),
Stop := Z2_CINTA17_STOP(*BOOL*),
Running => Z2_CINTA17_O(*BOOL*));

CINTA_18 (Sensor_posterior :=Z2_FOTO14_I (*BOOL*),
Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
Etapla_posterior := CTU_2.CV<3 (*BOOL*),
Entrada := TRUE(*BOOL*),
Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z2_CINTA18_START(*BOOL*),
Stop := Z2_CINTA18_STOP(*BOOL*),
Running => Z2_CINTA18_O(*BOOL*));

CINTA_19 (Sensor_posterior :=Z2_FOTO15_I (*BOOL*),
Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
Etapla_posterior := CTU_3.CV<3 (*BOOL*),
Entrada := TRUE(*BOOL*),
Manual := Z2_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z2_CINTA19_START(*BOOL*),
Stop := Z2_CINTA19_STOP(*BOOL*),
Running => Z2_CINTA19_O(*BOOL*));

POSICIONADOR_4 (MANUAL := Z2_MANUAL(*BOOL*),
sensor_anterior :=Z2_DIF7_I (*BOOL*),
entrada := FALSE(*BOOL*),
estat_X :=Z2_POSICIONADOR4_EX_I (*BOOL*),
Start := Z2_POSICIONADOR4_START(*BOOL*),
Stop := Z2_POSICIONADOR4_STOP(*BOOL*),
MOVX =>Z2_POSICIONADOR4_X_O (*BOOL*));

POSICIONADOR_5 (MANUAL := Z2_MANUAL(*BOOL*),
sensor_anterior :=Z2_DIF8_I (*BOOL*),
entrada := FALSE(*BOOL*),
estat_X :=Z2_POSICIONADOR5_EX_I (*BOOL*),
Start := Z2_POSICIONADOR5_START(*BOOL*),
Stop := Z2_POSICIONADOR5_STOP(*BOOL*),
MOVX =>Z2_POSICIONADOR5_X_O (*BOOL*));

POSICIONADOR_6 (MANUAL := Z2_MANUAL(*BOOL*),
sensor_anterior :=Z2_DIF9_I (*BOOL*),
entrada := FALSE(*BOOL*),
estat_X :=Z2_POSICIONADOR6_EX_I (*BOOL*),
Start := Z2_POSICIONADOR6_START(*BOOL*),
Stop := Z2_POSICIONADOR6_STOP(*BOOL*),
MOVX =>Z2_POSICIONADOR6_X_O (*BOOL*));

PP_3 (manual :=Z2_MANUAL (*BOOL*),
base_ok:= NOT Z2_FOTO13_I,
tapa_ok:=POSICIONADOR_4.posicionat,
estat_X := Z2_PP3_EX_I(*BOOL*),
estat_Z := Z2_PP3_EZ_I(*BOOL*),
estat_GRIP :=Z2_PP3_EGRIP_I (*BOOL*),
MOVX => Z2_PP3_X_O(*BOOL*),
MOVZ => Z2_PP3_Z_O(*BOOL*),
Start := Z2_PP3_START(*BOOL*),
Stop := Z2_PP3_STOP(*BOOL*),
MOVGRIP => Z2_PP3_GRIP_O(*BOOL*));

PP_4 (manual :=Z2_MANUAL (*BOOL*),
base_ok:= NOT Z2_FOTO14_I,
tapa_ok:=POSICIONADOR_5.posicionat,
estat_X := Z2_PP4_EX_I(*BOOL*),
estat_Z := Z2_PP4_EZ_I(*BOOL*),
estat_GRIP :=Z2_PP4_EGRIP_I (*BOOL*),
MOVX => Z2_PP4_X_O(*BOOL*),
MOVZ => Z2_PP4_Z_O(*BOOL*),
Start := Z2_PP4_START(*BOOL*),
Stop := Z2_PP4_STOP(*BOOL*),
MOVGRIP => Z2_PP4_GRIP_O(*BOOL*));

```

```

PP_5 (manual :=Z2_MANUAL (*BOOL*),
      base_ok:= NOT Z2_FOTO15_I,
      tapa_ok:=POSICIONADOR_6.posicionat,
      estat_X := Z2_PP5_EX_I (*BOOL*),
      estat_Z := Z2_PP5_EZ_I (*BOOL*),
      estat_GRIP :=Z2_PP5_EGRIP_I (*BOOL*),
      MOVX => Z2_PP5_X_O (*BOOL*),
      MOVZ => Z2_PP5_Z_O (*BOOL*),
      Start := Z2_PP5_START (*BOOL*),
      Stop := Z2_PP5_STOP (*BOOL*),
      MOVGRIP => Z2_PP5_GRIP_O (*BOOL*));

CASE Z2_VISIO1_I OF
2: IF Z2_VISIO2_I= 3 THEN
    Caixa:=1;
    END_IF;

5: IF Z2_VISIO2_I= 3 THEN
    Caixa:=3;
    END_IF;

END_CASE;

CASE Z2_VISIO1_I OF
2: IF Z2_VISIO2_I= 6 THEN
    Caixa:=2;
    END_IF;

5: IF Z2_VISIO2_I= 6 THEN
    Caixa:=4;
    END_IF;

0: Caixa:=0;
1: Caixa:=0;
3: Caixa:=0;
4: Caixa:=0;
6: Caixa:=0;
7: Caixa:=0;
8: Caixa:=0;
9: Caixa:=0;
END_CASE;

IF Z2_VISIO2_I= 0 OR Z2_VISIO2_I=1 OR Z2_VISIO2_I= 2 OR
Z2_VISIO2_I= 4 OR Z2_VISIO2_I= 5 OR Z2_VISIO2_I= 7 OR
Z2_VISIO2_I= 8 OR Z2_VISIO2_I= 9 THEN
    caixa:=0;
END_IF;

CTU_0 (CU := PP_2.etapa=7 (*BOOL*),
      R :=CTU_0.CV=3 AND Z2_FOTO12_I (*BOOL*));
CTU_1 (CU := PP_3.etapa=7 (*BOOL*),
      R :=CTU_1.CV=3 AND Z2_FOTO13_I (*BOOL*));
CTU_2 (CU := PP_4.etapa=7 (*BOOL*),
      R :=CTU_2.CV=3 AND Z2_FOTO14_I (*BOOL*));
CTU_3 (CU := PP_5.etapa=7 (*BOOL*),
      R :=CTU_3.CV=3 AND Z2_FOTO15_I (*BOOL*));

IF estat_z2=0 THEN
    Z2_E_ON:=TRUE;
    Z2_LLUM_EMERGENCIA:=FALSE;
    Z2_E_ERROR:=FALSE;

    IF NOT Z2_STOP_EMERGENCIA THEN
        Z2_E_ON:=FALSE;
        Z2_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
        Z2_E_ERROR:=TRUE;
        estat_z2:=1;
    END_IF;
END_IF;

IF estat_z2=1 THEN
    Z2_E_ON:=FALSE;
    Z2_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
    Z2_E_ERROR:=TRUE;

    IF Z2_STOP_EMERGENCIA AND Z2_RESET THEN
        estat_z2:=0;
    END_IF;
END_IF;

```

Secció Z3_Paletitzador

```

CINTA_19 (Sensor_posterior := NOT Z3_DIF10_I(*BOOL*),
Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
Etapas_posterior := PALETITZADOR_0.parar_cinta (*BOOL*),
Entrada := TRUE(*BOOL*),
Manual := Z3_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z3_CINTA19_START(*BOOL*),
Stop := Z3_CINTA19_STOP(*BOOL*),
Running => Z3_CINTA19_O(*BOOL*));

PALETITZADOR_0 (Manual := Z3_MANUAL(*BOOL*),
sensor_anterior := NOT Z3_DIF10_I(*BOOL*),
elimit := Z3_PALET1_EFILA_I(*BOOL*),
EPlat := Z3_PALET1_EPLAT_I(*BOOL*),
palet_entrant := Z3_PALET1_ENTRAT_I(*BOOL*),
Emov := Z3_PALET1_EMOV_I(*BOOL*),
Cinta => Z3_PALET1_CINTA_O(*BOOL*),
gir => Z3_PALET1_GIR_O(*BOOL*),
grip => Z3_PALET1_GRIP_O(*BOOL*),
Plat => Z3_PALET1_PLAT_O(*BOOL*),
Fila => Z3_PALET1_FILA_O(*BOOL*),
roll => Z3_PALET1_ROLL_O(*BOOL*),
MovUP => Z3_PALET1_UP_O(*BOOL*),
limit => Z3_PALET1_LIMIT_O(*BOOL*),
up_start_manual := Z3_PALET1_UP_START(*BOOL*),
down_start_manual := Z3_PALET1_DOWN_START(*BOOL*),
limit_start_manual := Z3_PALET1_LIMIT_START(*BOOL*),
roll_start_manual := Z3_PALET1_ROLL_START(*BOOL*),
grip_start_manual := Z3_PALET1_GRIP_START(*BOOL*),
plat_start_manual := Z3_PALET1_PLAT_START(*BOOL*),
fila_start_manual := Z3_PALET1_FILA_START(*BOOL*),
cinta_start_manual := Z3_PALET1_CINTA_START(*BOOL*),
gir_start_manual := Z3_PALET1_GIR_START(*BOOL*),
roll_stop_manual := Z3_PALET1_ROLL_STOP(*BOOL*),
grip_stop_manual := Z3_PALET1_GRIP_STOP(*BOOL*),
plat_stop_manual := Z3_PALET1_PLAT_STOP(*BOOL*),
fila_stop_manual := Z3_PALET1_FILA_STOP(*BOOL*),
cinta_stop_manual := Z3_PALET1_CINTA_STOP(*BOOL*),
gir_stop_manual := Z3_PALET1_GIR_STOP(*BOOL*),
MovDOWN => Z3_PALET1_DOWN_O(*BOOL*));

CINTA_20 (Sensor_posterior := Z3_FOTO17_I(*BOOL*),
Sensor_anterior := TRUE(*BOOL*),
Etapas_posterior := PALETITZADOR_0.etapa2>1(*BOOL*),
Entrada := TRUE(*BOOL*),
Manual := Z3_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z3_CINTA20_START(*BOOL*),
Stop := Z3_CINTA20_STOP(*BOOL*),
Running => Z3_CINTA20_O(*BOOL*));

CINTA_21 (Sensor_posterior := Z3_FOTO19_I(*BOOL*),
Sensor_anterior := Z3_FOTO18_I(*BOOL*),
Entrada := FALSE(*BOOL*),
Manual := Z3_MANUAL(*BOOL*),
Start := Z3_CINTA21_START(*BOOL*),
Stop := Z3_CINTA21_STOP(*BOOL*),
Running => Z3_CINTA21_O(*BOOL*));

IF estat_z3=0 THEN

    Z3_E_ON:=TRUE;
    Z3_LLUM_EMERGENCIA:=FALSE;
    Z3_E_ERROR:=FALSE;

    IF NOT Z3_STOP_EMERGENCIA THEN
        Z3_E_ON:=FALSE;
        Z3_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
        Z3_E_ERROR:=TRUE;
        estat_z3:=1;
    END_IF;
END_IF;

IF estat_z3=1 THEN

    Z3_E_ON:=FALSE;
    Z3_LLUM_EMERGENCIA:=TRUE;
    Z3_E_ERROR:=TRUE;

    IF Z3_STOP_EMERGENCIA AND Z3_RESET THEN
        estat_z3:=0;
    END_IF;
END_IF;

```

Secció emergència

```

IF NOT Z1_STOP_EMERGENCIA OR Z1_E_ERROR THEN
    Z1_CINTA1_O:=0;
    Z1_CINTA2_O:=0;
    Z1_CINTA3_O:=0;
    Z1_CINTA4_O:=0;
    Z1_CINTA5_O:=0;
    Z1_CINTA6_O:=0;
    Z1_CINTA7_O:=0;
    Z1_CINTA8_O:=0;
    Z1_EMITOR1_O:=0;
    Z1_EMITOR2_O:=0;
    Z1_RECEPTOR1_O:=0;
    Z1_RECEPTOR2_O:=0;
    Z1_RECEPTOR3_O:=0;
    Z1_RECEPTOR4_O:=0;
    Z1_R1_O_STOP:=0;
    Z1_R1_O_START:=0;
    Z1_R1_O_REARME:=0;
    Z1_R1_O_TIPO_MECANITZAT:=0;
    Z1_R2_O_STOP:=0;
    Z1_R2_O_START:=0;
    Z1_R2_O_REARME:=0;
    Z1_R2_O_TIPO_MECANITZAT:=0;
    Z1_SEPARADOR1_O_POS:=0;
    Z1_SEPARADOR1_O_DIR_CW:=0;
    Z1_SEPARADOR1_O_DIR_CCW:=0;
    Z1_SEPARADOR2_O_POS:=0;
    Z1_SEPARADOR2_O_DIR_CW:=0;
    Z1_SEPARADOR2_O_DIR_CCW:=0;
END_IF;
IF NOT Z2_STOP_EMERGENCIA OR Z2_E_ERROR THEN
    Z2_CINTA8_O:=0;
    Z2_CINTA9_O:=0;
    Z2_CINTA10_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR1_X_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR1_Z_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR2_X_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR2_Z_O:=0;
    Z2_PP1_X_O:=0;
    Z2_PP1_Z_O:=0;
    Z2_PP1_GRIP_O:=0;
    Z2_SEPARADOR1_O:=0;
    Z2_SEPARADOR1_CINTA_O:=0;
    Z2_SEPARADOR2_O:=0;
    Z2_SEPARADOR2_CINTA_O:=0;
    Z2_SEPARADOR3_O:=0;
    Z2_SEPARADOR3_CINTA_O:=0;
    Z2_SEPARADOR4_O:=0;
    Z2_SEPARADOR4_CINTA_O:=0;
    Z2_CINTA10_O:=0;
    Z2_E_ON:=0;
    Z2_E_OFF:=0;
    Z2_E_ERROR:=0;
    Z2_LLUM_EMERGENCIA:=0;
    Z2_CINTA12_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR3_X_O:=0;
    Z2_POSICIONADOR3_Z_O:=0;

```

```
Z2_PP2_X_O:=0;  
Z2_PP2_Z_O:=0;  
Z2_PP2_GRIP_O:=0;  
Z2_CINTA16_O:=0;  
Z2_CINTA13_O:=0;  
Z2_CINTA14_O:=0;  
Z2_CINTA15_O:=0;  
Z2_CINTA17_O:=0;  
Z2_CINTA18_O:=0;  
Z2_CINTA19_O:=0;  
Z2_POSICIONADOR4_X_O:=0;  
Z2_POSICIONADOR5_X_O:=0;  
Z2_POSICIONADOR6_X_O:=0;  
Z2_PP3_X_O:=0;  
Z2_PP3_Z_O:=0;  
Z2_PP3_GRIP_O:=0;  
Z2_PP4_X_O:=0;  
Z2_PP4_Z_O:=0;  
Z2_PP4_GRIP_O:=0;  
Z2_PP5_X_O:=0;  
Z2_PP5_Z_O:=0;  
Z2_PP5_GRIP_O:=0;  
  
END_IF;  
  
IF NOT Z3_STOP_EMERGENCIA OR Z3_E_ERROR THEN  
  
    Z3_CINTA19_O:=0;  
    Z3_CINTA20_O:=0;  
    Z3_PALET1_CINTA_O:=0;  
    Z3_PALET1_LIMIT_O:=0;  
    Z3_PALET1_UP_O:=0;  
    Z3_PALET1_ROLL_O:=0;  
    Z3_PALET1_GIR_O:=0;  
    Z3_PALET1_GRIP_O:=0;  
    Z3_PALET1_FILA_O:=0;  
    Z3_PALET1_PLAT_O:=0;  
    Z3_CINTA21_O:=0;  
  
END_IF;
```



```

%M227:=Z2_PP2_Z_O;
%M228:=Z2_PP2_GRIP_O;
%M229:=Z2_CINTA16_O;
%M230:=Z2_CINTA13_O;
%M231:=Z2_CINTA14_O;
%M232:=Z2_CINTA15_O;
%M233:=Z2_CINTA17_O;
%M234:=Z2_CINTA18_O;
%M235:=Z2_CINTA19_O;
%M236:=Z2_POSICIONADOR4_X_O;
%M237:=Z2_POSICIONADOR5_X_O;
%M238:=Z2_POSICIONADOR6_X_O;
%M239:=Z2_PP3_X_O;
%M240:=Z2_PP3_Z_O;
%M241:=Z2_PP3_GRIP_O;
%M242:=Z2_PP4_X_O;
%M243:=Z2_PP4_Z_O;
%M244:=Z2_PP4_GRIP_O;
%M245:=Z2_PP5_X_O;
%M246:=Z2_PP5_Z_O;
%M247:=Z2_PP5_GRIP_O;
(* --OUTPUTS Z3--*)

%M500:=Z3_CINTA19_O;
%M501:=Z3_CINTA20_O;
%M502:=Z3_PALET1_CINTA_O;
%M503:=Z3_PALET1_LIMIT_O;
%M504:=Z3_PALET1_UP_O;
%M505:=Z3_PALET1_DOWN_O;
%M506:=Z3_PALET1_ROLL_O;
%M507:=Z3_PALET1_GIR_O;
%M508:=Z3_PALET1_GRIP_O;
%M509:=Z3_PALET1_FILA_O;
%M510:=Z3_PALET1_PLAT_O;
%M511:=Z3_CINTA21_O;
%M512:=Z3_E_ON;
%M513:=Z3_E_OFF;
%M514:=Z3_E_ERROR;
%M515:=Z3_LLUM_EMERGENCIA;

```

Funció cinta

```

IF NOT Manual THEN
    IF entrada THEN
        IF (AUX=0 AND NOT Etapa Posterior AND Sensor Posterior)
        OR (Etapa Posterior AND Sensor Posterior) OR (NOT Etapa posterior AND NOT Sensor Posterior) THEN

            Running:=TRUE;

        ELSE

            Running:=FALSE;
            AUX:=1;
        END_IF;

        IF sensor anterior THEN
            AUX:=0;
        END_IF;
    ELSE

        IF NOT sensor anterior AND etapa=0 THEN
            etapa:=1;

        END_IF;

        IF etapa=1 THEN
            Running:=TRUE;

            IF NOT sensor posterior THEN
                etapa:=0;
            END_IF;

        END_IF;

        IF etapa=0 THEN
            Running:=FALSE;
        END_IF;
    END_IF;
ELSE
    IF start=TRUE AND Etapa_manual=0 THEN
        Running:=TRUE;
        Etapa_manual:=1;
    END_IF;
    IF Etapa_manual=1 THEN
        Running:=TRUE;
        IF NOT STOP THEN
            Running:=FALSE;
            Etapa_manual:=0;
        END_IF;
    ELSIF Etapa_manual=0 THEN
        Running:=FALSE;
    END_IF;
END_IF;

```

Funció posicionador

```

IF NOT MANUAL THEN

    IF etapa=0 AND NOT sensor anterior THEN
        MOVX:=0;
        MOVZ:=0;

        posicionat:=0;
        etapa:=1;
    ELSIF etapa=1 AND sensor anterior THEN
        etapa:=2;
    ELSIF etapa=2 THEN
        MOVX:=1;
        etapa:=3;
    ELSIF etapa=3 AND estat X THEN
        MOVX:=0;
        etapa:=4;
        posicionat:=1;
    ELSIF etapa=4 AND NOT estat X THEN
        IF entrada AND etapa anterior THEN
            aux:=1;
            MOVZ:=1;
            IF TON_0.Q THEN
                etapa:=5;
                aux:=0;
            END_IF;
        ELSIF NOT entrada THEN
            etapa:=0;
        END_IF;
    ELSIF etapa=5 AND sensor posterior THEN
        etapa:=0;
    END_IF;
ELSE
    IF start AND STOP THEN
        MOVX:=1;
    ELSIF NOT STOP AND MOVX THEN
        MOVX:=0;

        ELSIF Start Z THEN
            MOVZ:=1;
        ELSIF NOT STOP AND MOVZ THEN
            MOVZ:=0;
        END_IF;
    END_IF;
END_IF;
TON_0 (IN := aux (*BOOL*),
PT :=T#0.1s (*TIME*));

```

Funció “Pick and Place”

```

IF NOT manual THEN

  IF etapa=0 AND NOT tapa ok THEN
    MOVX:=0;
    MOVZ:=0;
    assemblat:=0;
  ELSIF etapa=0 AND tapa ok AND base ok AND TON_1.Q THEN
    MOVZ:=1;
    etapa:=1;

  ELSIF etapa=1 AND NOT estat Z AND TON_0.Q THEN
    MOVGRIP:=1;
    etapa:=2;
  ELSIF etapa=2 AND TON_1.Q THEN
    MOVZ:=0;
    etapa:=3;
  ELSIF etapa=3 AND NOT estat Z AND TON_0.Q THEN
    MOVX:=1;
    etapa:=4;
  ELSIF etapa=4 AND NOT estat X AND TON_1.Q AND base ok THEN
    MOVZ:=1;
    etapa:=5;
  ELSIF etapa=5 AND NOT estat Z AND TON_0.Q THEN
    MOVGRIP:=0;
    etapa:=6;
  ELSIF etapa=6 AND TON_1.Q THEN
    MOVZ:=0;
    etapa:=7;
    assemblat:=1;
  ELSIF etapa=7 AND NOT estat Z AND TON_0.Q THEN
    MOVX:=0;
    etapa:=0;

  END_IF;
ELSIF manual THEN

  IF START AND ESTAPAMAN=0 THEN
    MOVZ:=1;
    MOVX:=0;
    ESTAPAMAN:=1;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=1 AND TON_3.Q THEN
    MOVGRIP:=1;
    ESTAPAMAN:=2;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=2 AND TON_2.Q THEN
    MOVZ:=0;
    ESTAPAMAN:=3;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=3 AND TON_3.Q THEN
    MOVX:=1;
    ESTAPAMAN:=4;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=4 AND TON_2.Q THEN
    MOVZ:=1;
    ESTAPAMAN:=5;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=5 AND TON_3.Q THEN
    MOVGRIP:=0;
    ESTAPAMAN:=6;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=6 AND TON_2.Q THEN
    MOVZ:=0;
    ESTAPAMAN:=7;
  ELSIF START AND ESTAPAMAN=7 AND TON_3.Q THEN

END_IF;
END_IF;

TON_0 (IN := etapa=1 OR etapa=3 OR etapa=5 OR etapa=7 (*BOOL*),
PT := T#1s (*TIME*));

TON_1 (IN := etapa=2 OR etapa=4 OR etapa=6 OR etapa=0 (*BOOL*),
PT := T#1s (*TIME*));
TON_2 (IN := ESTAPAMAN=0 OR ESTAPAMAN=2 OR ESTAPAMAN=4 OR ESTAPAMAN=6 OR ESTAPAMAN=8 (*BOOL*),
PT := T#1s (*TIME*));
TON_3 (IN := ESTAPAMAN=1 OR ESTAPAMAN=3 OR ESTAPAMAN=5 OR ESTAPAMAN=7 (*BOOL*),
PT := T#1s (*TIME*));
TON_4 (IN := NOT STOP (*BOOL*),
PT := T#1s (*TIME*));

```

Funció separador

```

IF NOT Manual THEN

    IF Proce=0 AND sensor visio= Blau AND TON_0.Q THEN

        Proce:=1;
        Running:= TRUE;
        Running cinta:= TRUE;

    END_IF;

    IF Proce=1 THEN
        Running:=TRUE;
        Running cinta:= TRUE;

        IF NOT Sensor posterior THEN
            Proce:= 0;
        END_IF;
    END_IF;

    IF Proce=0 THEN
        Running:=FALSE;
        Running cinta:= FALSE;
    END_IF;

ELSE

    IF Start AND STOP THEN
        Running:=TRUE;
        Running cinta:= TRUE;

    ELSIF NOT Stop THEN
        Running:=FALSE;
        Running cinta:= FALSE;
    END_IF;
END_IF;

TON_0 (IN := Proce=0 (*BOOL*),
      PT := T#2s (*TIME*));

```

Funció paletitzadora

```

        ELSIF CTU_2.CV=3 AND etapa=3 AND NOT TON_5.Q THEN
            Parar_cinta:=true;

        ELSIF CTU_2.CV=3 AND etapa=3 AND TON_5.Q THEN
            Parar_cinta:=true;
            Fila:=1;
            Etapa:=4;
            Cinta:=0;

        ELSIF etapa=4 AND elimit=1 AND TON_1.Q THEN
            Fila:=0;
            etapa:=5;
            parar_cinta:=true;
        ELSIF etapa=5 AND elimit=1 AND TON_2.Q THEN
            etapa:=3;
            Contador_2:=1;
            parar_cinta:=true;

        END_IF;

    ELSE
        terceraetapa1:=1;
        Parar_cinta:=true;
        segonaetapa2:=FALSE;
    END_IF;

    IF terceraetapa1=1 AND terceraetapa=0 THEN
        grip:=1;
        Parar_cinta:=true;
        terceraetapa:=1;
    ELSIF terceraetapa=1 AND TON_8.Q THEN
        plat:=1;
        Parar_cinta:=true;
        terceraetapa:=2;

    ELSIF terceraetapa=2 AND TON_9.Q AND etapa2=7 THEN
        Parar_cinta:=true;

    END_IF;
    grip:=0;
END_IF;

END_IF;

IF NOT palet AND etapa2=0 THEN
    roll:=1;
    etapa2:=1;
    palet:=0;
ELSIF etapa2=1 AND palet entrat THEN
    roll:=0;
    palet:=1;
    etapa2:=2;
ELSIF etapa2=2 THEN
    MovUP:=1;
    limit:=1;
    etapa2:=3;
ELSIF etapa2=3 AND NOT Emov AND TON_9.Q AND segonaetapa=2 THEN
    MovUP:=0;
    limit:=0;
    MovDOWN:=1;
    etapa2:=4;

ELSIF etapa2=4 AND TON_3.Q THEN
    plat:=0;
    etapa2:=5;
ELSIF etapa2=5 AND terceraetapa=1 THEN
    MovUP:=0;
    limit:=0;
    MovDOWN:=0;
    etapa2:=6;
ELSIF etapa2=6 AND terceraetapa=2 AND TON_9.Q THEN
    MovUP:=0;
    limit:=0;
    MovDOWN:=1;
    etapa2:=7;
    -
    -
    -
    IF etapa=3 AND CTU_2.CV>=0 AND CTU_2.CV<3 THEN

        Contador_2:=0;
        parar_cinta:=false;
        segonaetapa2:=FALSE;
        IF NOT sensor anterior=1 THEN
            Cinta:=1;
            contador_3:=true;

        ELSIF TON_4.Q THEN
            Cinta:=1;
            contador_3:=false;
        END_IF;

```

```

ELSIF etapa2=7 THEN
    MovDOWN:=1;
    MovUP:=0;
    limit:=1;
    etapa2:=8;
ELSIF etapa2=8 AND TON_7.Q THEN
    plat:=0;
    MovDOWN:=0;
    MovUP:=0;
    limit:=0;
    roll:=1;
    etapa2:=9;
    segonaetapa:=0;
    terceraetapa1:=0;
    terceraetapa:=0;
ELSIF etapa2=9 AND NOT palet entrat THEN
    etapa2:=0;
    palet:=0;

    etapa:=0;
    gir:=0;

END_IF;
ELSE
    IF up start manual then
        MOVUP:=1;
    ELSIF down start manual then
        MOVdown:=1;
    ELSE
        MOVdown:=0;
        MOVUP:=0;
    END_IF;

    IF limit start manual THEN
        limit:=1;
    ELSE
        limit:=0;
    END_IF;

    IF roll start manual THEN
        roll:=1;
    ELSIF NOT roll stop manual THEN
        roll:=0;
    END_IF;

    IF grip start manual THEN
        grip:=1;
    ELSIF NOT grip stop manual THEN
        grip:=0;
    END_IF;

    IF plat start manual THEN
        plat:=1;
    ELSIF NOT plat stop manual THEN
        plat:=0;
    END_IF;

    IF fila start manual THEN
        fila:=1;
    ELSIF NOT fila stop manual THEN
        fila:=0;
    END_IF;

    IF cinta start manual THEN
        cinta:=1;
    ELSIF NOT cinta stop manual THEN
        cinta:=0;
    END_IF;

    IF gir start manual THEN
        gir:=1;
    ELSIF NOT gir stop manual THEN
        gir:=0;
    END_IF;
END_IF;

```

Annex B

B.1 Taula de codificació dels senyals de la zona 1

Tag	Tipus	E/S	Comentari
Z1_FOTO1_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 1
Z1_FOTO2_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 2
Z1_FOTO3_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 3
Z1_FOTO4_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 4
Z1_FOTO5_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 5
Z1_FOTO6_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 6
Z1_FOTO7_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 7
Z1_R1_E_ERROR	BOOL	E	Senyal d'estat d'error de l'estació mecanitzadora 1
Z1_R1_E_PORTA	BOOL	E	Senyal d'estat de la porta de l'estació mecanitzadora 1
Z1_R1_E_PROCES	BOOL	E	Senyal d'estat del procés de l'estació mecanitzadora 1
Z1_R2_E_ERROR	BOOL	E	Senyal d'estat d'error de l'estació mecanitzadora 2
Z1_R2_E_PORTA	BOOL	E	Senyal d'estat de la porta de l'estació mecanitzadora 2
Z1_R2_E_PROCES	BOOL	E	Senyal d'estat del procés de l'estació mecanitzadora 2
Z1_R1_E_PROGRES	INT	E	Senyal d'estat del progrés de l'estació de mecanitzat 1
Z1_R2_E_PROGRES	INT	E	Senyal d'estat del progrés de l'estació de mecanitzat 2
Z1_CINTA1_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 1
Z1_CINTA2_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 2
Z1_CINTA3_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 3
Z1_CINTA5_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 5



1_CINTA6_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 6
Z1_CINTA7_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 7
Z1_CINTA8_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 8
Z1_EMITOR1_O	BOOL	S	Senyal d'activació de l'emisor 1
Z1_EMITOR2_O	BOOL	S	Senyal d'activació de l'emisor 2
Z1_RECEPTOR1_O	BOOL	S	Senyal d'activació del receptor 1
Z1_RECEPTOR2_O	BOOL	S	Senyal d'activació del receptor 2
Z1_RECEPTOR3_O	BOOL	S	Senyal d'activació del receptor 3
Z1_RECEPTOR4_O	BOOL	S	Senyal d'activació del receptor 4
Z1_R1_O_STOP	BOOL	S	Senyal de parada de l'estació de mecanitzat 1
Z1_R1_O_START	BOOL	S	Senyal d'encesa de l'estació de mecanitzat 1
Z1_R1_O_REARME	BOOL	S	Senyal de "Reset" de l'estació de mecanitzat 1
Z1_R1_O_TIPO_MECANITZAT	BOOL	S	Senyal de base o tapa de l'estació de mecanitzat 1
Z1_R2_O_STOP	BOOL	S	Senyal de parada de l'estació de mecanitzat 2
Z1_R2_O_START	BOOL	S	Senyal d'encesa de l'estació de mecanitzat 2
Z1_R2_O_REARME	BOOL	S	Senyal de "Reset" de l'estació de mecanitzat 2
Z1_R2_O_TIPO_MECANITZAT	BOOL	S	Senyal de base o tapa de l'estació de mecanitzat 2
Z1_SEPARADOR1_O_POS	BOOL	S	Senyal de posició activa del separador 1
Z1_SEPARADOR1_O_DIR_CW	BOOL	S	Senyal de cinta encesa en sentit horari del separador 1
Z1_SEPARADOR1_O_DIR_CCW	BOOL	S	Senyal de cinta encesa en sentit anti-horari del separador 1
Z1_SEPARADOR2_O_POS	BOOL	S	Senyal de posició activa del separador 2
Z1_SEPARADOR2_O_DIR_CW	BOOL	S	Senyal de cinta encesa en sentit horari del separador 2
Z1_SEPARADOR2_O_DIR_CCW	BOOL	S	Senyal de cinta encesa en sentit anti-horari del separador 2
Z1_CINTA1_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 1
Z1_CINTA1_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 1

Z1_CINTA2_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 2
Z1_CINTA2_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 2
Z1_CINTA3_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 3
Z1_CINTA3_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 3
Z1_CINTA5_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 5
Z1_CINTA5_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 5
Z1_CINTA6_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 6
Z1_CINTA6_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 6
Z1_CINTA7_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 7
Z1_CINTA7_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 7
Z1_MANUAL	BOOL	E	Senyal del selector de mode manual de la zona 1
Z1_AUTOMATIC	BOOL	E	Senyal del selector de mode automàtic de la zona 1
Z1_RESET	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Reset" de la zona 1
Z1_STOP_EMERGENCIA	BOOL	E	Senyal del pulsador de parada d'emergència de la zona 1

B.2 Taula de codificació dels senyals de la zona 2

Tag	Tipus	E/S	Comentari
Z2_DIF1_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 1
Z2_DIF2_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 2
Z2_DIF3_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 3
Z2_FOTO8_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 8
Z2_POSICIONADOR1_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR1_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR2_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 2
Z2_POSICIONADOR2_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del posicionador 2
Z2_PP1_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del "Pick and Place" 1
Z2_PP1_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del "Pick and Place" 1
Z2_PP1_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat de peça agafada del "Pick and Place" 1
Z2_DIF4_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 4
Z2_DIF5_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 5
Z2_CINTA10_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 10
Z2_CINTA10_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 10
Z2_CINTA11_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 11
Z2_CINTA11_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 11
Z2_SEPARADOR1_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del separador 1
Z2_SEPARADOR1_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del separador 1
Z2_SEPARADOR2_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del separador 2

Z2_SEPARADOR2_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del separador 2
Z2_SEPARADOR3_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del separador 3
Z2_SEPARADOR3_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del separador 3
Z2_SEPARADOR4_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del separador 4
Z2_SEPARADOR4_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del separador 4
Z2_POSICIONADOR1_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR1_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR2_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 2
Z2_POSICIONADOR2_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 2
Z2_PP1_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del "Pick and Place" 1
Z2_PP1_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del "Pick and Place" 1
Z2_CINTA8_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 8
Z2_CINTA8_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 8
Z2_CINTA9_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 9
Z2_CINTA9_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 9
Z2_MANUAL	BOOL	E	Senyal de manual del selector de la zona 2
Z2_AUTOMATIC	BOOL	E	Senyal d'automàtic del selector de la zona 2
Z2_RESET	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Reset" de la zona 2
Z2_STOP_EMERGENCIA	BOOL	E	Senyal de parada d'emergència de la zona 2
Z2_POSICIONADOR2_Z_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de l'eix Z del posicionador 2
Z2_DIF6_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 6
Z2_POSICIONADOR3_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 3

Z2_POSICIONADOR3_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del posicionador 3
Z2_PP2_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del "Pick and Place" 2
Z2_PP2_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del "Pick and Place" 2
Z2_PP2_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat de peça agafada del "Pick and Place" 2
Z2_FOTO12_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 12
Z2_DIF7_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 7
Z2_DIF8_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 8
Z2_DIF9_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 9
Z2_POSICIONADOR4_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 4
Z2_POSICIONADOR5_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 5
Z2_POSICIONADOR6_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del posicionador 6
Z2_PP3_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del "Pick and Place" 3
Z2_PP3_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del "Pick and Place" 3
Z2_PP3_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat de peça agafada del "Pick and Place" 3
Z2_PP4_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del "Pick and Place" 4
Z2_PP4_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del "Pick and Place" 4
Z2_PP4_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat de peça agafada del "Pick and Place" 4
Z2_PP5_EX_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix X del "Pick and Place" 5
Z2_PP5_EZ_I	BOOL	E	Senyal d'estat de l'eix Z del "Pick and Place" 5
Z2_PP5_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat de peça agafada del "Pick and Place" 5
Z2_FOTO13_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 13
Z2_FOTO14_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 14

Z2_FOTO15_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 15
Z2_FOTO9_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 9
Z2_FOTO10_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 10
Z2_FOTO11_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 11
Z2_FOTO12_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 12
Z2_CINTA12_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 12
Z2_CINTA13_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 13
Z2_CINTA14_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 14
Z2_CINTA15_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 15
Z2_CINTA16_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 16
Z2_CINTA17_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 17
Z2_CINTA18_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 18
Z2_CINTA19_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 19
Z2_CINTA12_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 12
Z2_CINTA13_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 13
Z2_CINTA14_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 14
Z2_CINTA15_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 15
Z2_CINTA16_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 16
Z2_CINTA17_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 17
Z2_CINTA18_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 18
Z2_CINTA19_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 19
Z2_PP2_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del "Pick and Place" 2

Z2_PP3_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del "Pick and Place" 3
Z2_PP4_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del "Pick and Place" 4
Z2_PP5_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del "Pick and Place" 5
Z2_PP2_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del "Pick and Place" 2
Z2_PP3_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del "Pick and Place" 3
Z2_PP4_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del "Pick and Place" 4
Z2_PP5_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del "Pick and Place" 5
Z2_POSICIONADOR3_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 3
Z2_POSICIONADOR4_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 4
Z2_POSICIONADOR5_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 5
Z2_POSICIONADOR6_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" del posicionador 6
Z2_POSICIONADOR3_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 3
Z2_POSICIONADOR4_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 4
Z2_POSICIONADOR5_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 5
Z2_POSICIONADOR6_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" del posicionador 6
Z2_CINTA8_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 8
Z2_CINTA9_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 9
Z2_CINTA10_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 10
Z2_POSICIONADOR1_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR1_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del posicionador 1
Z2_POSICIONADOR2_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 2
Z2_POSICIONADOR2_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del posicionador 2

Z2_PP1_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del "Pick and Place" 1
Z2_PP1_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del "Pick and Place" 1
Z2_PP1_GRIP_O	BOOL	S	Senyal de moviment d'agafar del "Pick and Place" 1
Z2_SEPARADOR1_O	BOOL	S	Senyal d'activació del braç del separador 1
Z2_SEPARADOR1_CINTA_O	BOOL	S	Senyal d'activació de la cinta del braç del separador 1
Z2_SEPARADOR2_O	BOOL	S	Senyal d'activació del braç del separador 2
Z2_SEPARADOR2_CINTA_O	BOOL	S	Senyal d'activació de la cinta del braç del separador 2
Z2_SEPARADOR3_O	BOOL	S	Senyal d'activació del braç del separador 3
Z2_SEPARADOR3_CINTA_O	BOOL	S	Senyal d'activació de la cinta del braç del separador 3
Z2_SEPARADOR4_O	BOOL	S	Senyal d'activació del braç del separador 4
Z2_SEPARADOR4_CINTA_O	BOOL	S	Senyal d'activació de la cinta del braç del separador 4
Z2_CINTA10_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 10
Z2_E_ON	BOOL	S	Senyal de llum verda de la zona 2
Z2_E_OFF	BOOL	S	Senyal de llum vermella de la zona 2
Z2_E_RESET	BOOL	S	Senyal de llum groga de la zona 2
Z2_LLUM_EMERGENCIA	BOOL	S	Senyal d'encendre llum d'emergència de la zona 2
Z2_CINTA12_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 12
Z2_POSICIONADOR3_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 3
Z2_POSICIONADOR3_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del posicionador 3
Z2_PP2_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del "Pick and Place" 2
Z2_PP2_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del "Pick and Place" 2
Z2_PP2_GRIP_O	BOOL	S	Senyal de moviment d'agafar del "Pick and Place" 2

Z2_CINTA16_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 16
Z2_CINTA13_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 13
Z2_CINTA14_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 14
Z2_CINTA15_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 15
Z2_CINTA17_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 17
Z2_CINTA18_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 18
Z2_CINTA19_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 19
Z2_POSICIONADOR4_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 4
Z2_POSICIONADOR5_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 5
Z2_POSICIONADOR6_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del posicionador 6
Z2_PP3_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del "Pick and Place" 3
Z2_PP3_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del "Pick and Place" 3
Z2_PP3_GRIP_O	BOOL	S	Senyal de moviment d'agafar del "Pick and Place" 3
Z2_PP4_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del "Pick and Place" 4
Z2_PP4_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del "Pick and Place" 4
Z2_PP4_GRIP_O	BOOL	S	Senyal de moviment d'agafar del "Pick and Place" 4
Z2_PP5_X_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix X del "Pick and Place" 5
Z2_PP5_Z_O	BOOL	S	Senyal de moviment de l'eix Z del "Pick and Place" 5
Z2_PP5_GRIP_O	BOOL	S	Senyal de moviment d'agafar del "Pick and Place" 5

B.3 Taula de codificació dels senyals de la zona 3

Tag	Tipus	E/S	Comentari
Z3_DIF10_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor de reflexió 10
Z3_FOTO17_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 17
Z3_FOTO18_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 18
Z3_PALET1_EMOV_I	BOOL	E	Senyal d'estat de moviment del elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_EGRIP_I	BOOL	E	Senyal d'estat d'agafat del paletitzador 1
Z3_PALET1_ENTRAT_I	BOOL	E	Senyal del sensor capacitiu del paletitzador 1
Z3_PALET1_EFILA_I	BOOL	E	Senyal d'estat de la fila del paletitzador 1
Z3_PALET1_EPLAT_I	BOOL	E	Senyal d'estat del plat del paletitzador 1
Z3_CINTA19_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 19
Z3_CINTA20_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 20
Z3_CINTA21_START	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Start" de la cinta 21
Z3_CINTA19_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 19
Z3_CINTA20_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 20
Z3_CINTA21_STOP	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Stop" de la cinta 21
Z3_PALET1_UP_START	BOOL	E	Senyal de "Start" de pujada de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_DOWN_START	BOOL	E	Senyal de "Start" de baixada de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_LIMIT_START	BOOL	E	Senyal de "Start" de moviment al limit de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_ROLL_START	BOOL	E	Senyal de "Start" dels rodells de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_GRIP_START	BOOL	E	Senyal de "Start" d'agafar del paletitzador 1
Z3_PALET1_PLAT_START	BOOL	E	Senyal de "Start" del plat del paletitzador 1

Z3_PALET1_FILA_START	BOOL	E	Senyal de "Start" de fila del paletitzador 1
Z3_PALET1_CINTA_START	BOOL	E	Senyal de "Start" de la cinta del paletitzador 1
Z3_PALET1_GIR_START	BOOL	E	Senyal de "Start" del gir de les caixes del paletitzador 1
Z3_PALET1_LIMIT_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" de moviment al limit de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_ROLL_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" dels rodells de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_GRIP_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" d'agafar del paletitzador 1
Z3_PALET1_PLAT_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" del plat del paletitzador 1
Z3_PALET1_FILA_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" de fila del paletitzador 1
Z3_PALET1_CINTA_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" de la cinta del paletitzador 1
Z3_PALET1_GIR_STOP	BOOL	E	Senyal de "Stop" del gir de les caixes del paletitzador 1
Z3_MANUAL	BOOL	E	Senyal de manual del selector de la zona 3
Z3_AUTOMATIC	BOOL	E	Senyal d'automàtic del selector de la zona 3
Z3_RESET	BOOL	E	Senyal del pulsador de "Reset" de la zona 3
Z3_STOP_EMERGENCIA	BOOL	E	Senyal de parada d'emergència de la zona 3
Z3_FOTO19_I	BOOL	E	Senyal provinent del sensor fotoelèctric 19
Z3_CINTA19_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 19
Z3_CINTA20_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 20
Z3_PALET1_CINTA_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta del paletitzador 1
Z3_PALET1_LIMIT_O	BOOL	S	Senyal d'encesa del moviment al limit del paletitzador 1
Z3_PALET1_UP_O	BOOL	S	Senyal de pujada de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_DOWN_O	BOOL	S	Senyal de baixada de l'elevador del paletitzador 1
Z3_PALET1_ROLL_O	BOOL	S	Senyal d'encesa dels rodells de l'elevador del paletitzador 1

Z3_PALET1_GIR_O	BOOL	S	Senyal d'encesa del gir de les caixes del paletitzador 1
Z3_PALET1_GRIP_O	BOOL	S	Senyal d'agafar les caixes del paletitzador 1
Z3_PALET1_FILA_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de fer una fila del paletitzador 1
Z3_PALET1_PLAT_O	BOOL	S	Senyal d'encesa del plat del paletitzador 1
Z3_CINTA21_O	BOOL	S	Senyal d'encesa de la cinta transportadora 21
Z3_E_ON	BOOL	S	Senyal de llum verda de la zona 3
Z3_E_OFF	BOOL	S	Senyal de llum vermella de la zona 3
Z3_E_ERROR	BOOL	S	Senyal de llum groga de la zona 3
Z3_LLUM_EMERGENCIA	BOOL	S	Senyal d'encendre llum d'emergència de la zona 3

